

## TAGUNGSBAND

der  
EIPOS-Sachverständigentage  
**Bauschadensbewertung und  
Immobilienbewertung**

**2012**

Beiträge aus Praxis, Forschung  
und Weiterbildung

Tagungsband der EIPOS-Sachverständigentage  
Bauschadensbewertung und Immobilienbewertung

2012



EIPOS

## Tagungsband

# der EIPOS-Sachverständigentage Bauschadensbewertung und Immobilienbewertung

2012

Beiträge aus Praxis, Forschung und Weiterbildung

### Autoren:

Dr. Richard Althoff  
PD Dipl.-Ing. Dietrich Hinz  
Dr.-Ing. Hartwig M. Künzel  
Dr.-Ing. Wolfgang Lorenz  
PD Dr.-Ing. habil. Stefan Wirth

Dr. Clemens Clemente  
Dr. oec. Dipl.-Ing. Herbert Sattler  
Dr.-Ing. Architekt DWB Martin Töllner

Prof. Dr.-Ing., M.Sc. Hans-Joachim Bargstädt  
Dr.-Ing., M.Sc. Antje Hegewald  
Dr.-Ing. Ronald Schäfer

### Herausgeber:

EIPOS GmbH

Dr. Uwe Reese, Dr. Reinhard Kretzschmar  
Geschäftsführer EIPOS GmbH

Dipl.-Ing. (FH) Silke Grün  
Produktmanagerin Bauwesen und Immobilienwirtschaft, EIPOS GmbH

Dipl.-Wirtsch.-Ing. (FH) Peter Neumann  
Produktmanager Bauwesen und Immobilienwirtschaft, EIPOS GmbH

Bibliografische Informationen der Deutschen Nationalbibliothek  
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie;  
detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

**ISBN (Print) 978-3-8167-8693-1**  
**ISBN (E-Book) 978-3-8167-8694-8**

Einband und DTP-Satz: EIPOS GmbH

Bei der Erstellung des Buches wurde mit großer Sorgfalt vorgegangen; trotzdem lassen sich Fehler nie vollständig ausschließen. Verlag und Autoren können für fehlerhafte Angaben und deren Folgen weder eine juristische Verantwortung noch irgendeine Haftung übernehmen. Für Verbesserungsvorschläge und Hinweise auf Fehler sind Verlag und Autoren dankbar.

**EIPOS Europäisches Institut für postgraduale Bildung GmbH**  
Ein Unternehmen der TUDAG Technische Universität Dresden AG

Anschrift: Goetheallee 24, D-01309 Dresden

Telefon: (03 51) 44072-10

Telefax: (03 51) 44072-20

E-Mail: [eipos@eipos.de](mailto:epos@eipos.de)

Internet: [www.eipos.de](http://www.eipos.de)

Geschäftsführer: Dr. Uwe Reese, Dr. Reinhard Kretzschmar

Mai 2012

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des jeweiligen Autors unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

**© Fraunhofer IRB Verlag, 2012**

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB

Anschrift: Postfach 80 04 69, D-70504 Stuttgart

Telefon: (07 11) 970-25 00

Telefax: (07 11) 970-25 99

E-Mail: [irb@irb.fraunhofer.de](mailto:irb@irb.fraunhofer.de)

Internet: [www.baufachinformation.de](http://www.baufachinformation.de)

# Vorwort des Herausgebers

## Sachverständige gefragt

Der Umfang unseres Wissens und der verfügbaren Informationen nehmen stetig zu – seien es naturwissenschaftliche Grundlagen oder anwendungsorientierte Praktiken. Fachlich korrekte und wirtschaftlich sinnvolle Entscheidungen aber können immer nur dann und am besten getroffen werden, wenn besondere Sachkunde und überdurchschnittliche fachliche Expertise zum Gegenstand die Grundlagen der Entscheidung sind. Sachverständige und damit Sachverständige sind gefragt – mehr denn je.

EIPOS ist seit 20 Jahren in der Weiterbildung für Sachverständige aktiv. Mehr als 10.000 Fachleute, insbesondere aus der Bauwirtschaft, haben in dieser Zeit auf der Basis einer soliden Erstausbildung und mehrjähriger Berufserfahrung ihre besondere Sachkunde in den Fachfortbildungen des Institutes erworben. Sachverständige zeichnen sich aber auch ganz besonders dadurch aus, dass sie ihr Wissen stets aktuell zu halten haben.

Die EIPOS-Sachverständigentage bieten dazu jährlich ebenso Gelegenheit wie die vielfältigen Update-Seminare des Institutes. Die Teilnahme an diesen Veranstaltungen soll helfen, neue Erkenntnisse, Regelungen und Erfahrungen in die eigene Sachverständigtätigkeit einzubringen und nutzen zu lernen. Weiter sind es die Gespräche mit Fachkollegen, die Verabredung von Kooperationen oder einfach nur das Wiedersehen von ehemaligen Mitstudenten, die eine Reise nach Dresden stets attraktiv machen.

Mit dem **14. Sachverständigentag Bauschadensbewertung** und dem **13. Sachverständigentag Immobilienbewertung** setzen wir diese gute Tradition fort.

Im Mittelpunkt des Sachverständigentages Bauschadensbewertung stehen in diesem Jahr unter anderem neue DIN-Regelungen für den Feuchteschutz von Flachdächern, aktuelle Rechtsprechungen zu diesem Thema sowie Schäden an und durch Anlagen der Solarthermie, Wärmepumpen und anderen modernen Einrichtungen zur Wärmeerzeugung.

Mit Vorträgen zur Sachwert-Richtlinie, zur Verkehrswertermittlung in Sanierungsgebieten, zu Auswirkungen energetischer Maßnahmen auf den Verkehrswert und zur Rechtsprechung bei Gutachtenfehlern widmet sich der Sachverständigentag Immobilienbewertung ebenfalls aktuellen und relevanten Themen für die Sachverständigenpraxis.

Erstmalig erscheint unser Tagungsband im Fraunhofer IRB Verlag. Als einer der führenden Verlage des Planens und Bauens wird er dem spezifischen Informationsbedürfnis u. a. von Sachverständigen in besonderer Weise gerecht und der vorliegende Tagungsband wird auf diesem Weg einer breiteren Fachöffentlichkeit zugänglich.

Wir danken sehr herzlich den Autoren, Dozenten und Referenten, welche durch ihr Engagement den Erfolg unserer Weiterbildungen erst möglich machen.

Dresden, 5. Juni 2012

Dr. Uwe Reese  
Geschäftsführer EIPOS GmbH



# Inhaltsverzeichnis

## Beiträge vom 14. EIPOS-Sachverständigentag Bauschadensbewertung am 5. Juni 2012

---

Vorwort: Zur Tätigkeit der Sachverständigen <i>Werner Haupt</i> .....	3
Dächer und Dichtungen vor den Schranken der Gerichte <i>Richard Althoff</i> .....	5
Über die Verwendung von PE-Folien in Fußbodenkonstruktionen gegen Erdreich bei reiner Bodenfeuchte <i>Dietrich Hinz</i> .....	18
Feuchteschutz von Flachdächern in Holzbauweise unter Berücksichtigung von konvektionsbedingten Feuchteeinträgen gemäß Holzschutznorm DIN 68800-2 <i>Hartwig M. Künzel</i> .....	31
Feuchtigkeits- und Schimmelpilzschäden – Ursachenklärung durch Vorortuntersuchungen in der täglichen Sachverständigenpraxis <i>Wolfgang Lorenz</i> .....	46
Schäden an und durch moderne Anlagen zur Wärmeerzeugung <i>Stefan Wirth</i> .....	67

## Beiträge vom 13. Sachverständigentag Immobilienbewertung am 6. Juni 2012

---

Vorwort: Sachverständige für Immobilienbewertung vor neuen Herausforderungen <i>Andreas Kunze</i> .....	91
Fehlerhafte Gutachten im Spiegel der Rechtsprechung <i>Clemens Clemente</i> .....	93
Sanierungsbedingte Bodenwerterhöhung und Ausgleichsbeträge rechtssicher und rationell ermitteln – eine hoheitliche Aufgabe und Pflicht der Gemeinde <i>Herbert Sattler</i> .....	101
Auswirkungen energetischer Maßnahmen auf den Verkehrswert von Immobilien <i>Martin Töllner</i> .....	142

## Exkurs Immobilienwirtschaft

---

Bewirtschaftungskosten von Wohnungsbeständen – eine empirische Analyse der Kosten von Bestandsmaßnahmen <i>Antje Hegewald, Hans-Joachim Bargstädt, Ronald Schäfer</i> .....	161
Autorenverzeichnis .....	177
Publikationsverzeichnis .....	179



## **Beiträge**

14. EIPOS-Sachverständigentag Bauschadensbewertung

5. Juni 2012



## Zur Tätigkeit der Sachverständigen

Die Errichtung von Bauwerken ist eine komplexe Aufgabe an der der Bauherr, der Architekt, der Tragwerksplaner, der Ausrüstungsplaner, Sonderfachleute, die Bau-firma, die Bauhandwerker und der Bauüberwacher beteiligt sind. Das Bauwerk muss die zugesicherten Eigenschaften – insbesondere die Tauglichkeit zu dem gewöhnlichen oder den vorausgesetzten Gebrauch unter Beachtung der Dauerhaftigkeit – aufweisen. Bei auftretenden Mängeln wird in der Regel unabhängiger Sachverständiger Sachverständige – benötigt.

Dem Sachverständigen obliegt die technische Beurteilungsaufgabe von Mängeln, die während der Bauvorbereitung, der Baudurchführung und während der gegenwärtigen und zukünftigen Nutzung aufgetreten sind bzw. werden. Er muss dazu besondere Kenntnisse vorweisen, die er aufgrund seiner Ausbildung und seiner praktischen Erfahrung erworben hat. Diese Kenntnisse des vertretenen Fachgebietes sind ständig zu vertiefen und zu erweitern, hierbei ist EIPOS ein bewährter Partner. Bei der Feststellung, dass Mängel nicht dem eigenen Fachgebiet zugeordnet werden können, sind prädestinierte Fachleute hinzuzuziehen.

Ziel der Mangelbeurteilung ist die Anerkennung des Mangels oder seiner Ablehnung und als wesentlicher Aspekt die Feststellung der Mangelursachen. Dabei hat sich der Sachverständige auf die anerkannten Regeln der Technik sowie die vertraglich zugesicherten Eigenschaften zu stützen. Diese anerkannten Regeln stellen die Summe der im Bauwesen anerkannten wissenschaftlichen, technischen und handwerklichen Erfahrung dar, die durchweg bekannt und als richtig und notwendig anerkannt sind (siehe Werner / Pastor „Der Bauprozess“). Die DIN-Vorschriften sind dabei ein Teil der anerkannten Regeln der Technik. Hinsichtlich der Beurteilung sogenannter hin-zunehmender Mängel ist die eigene Auffassung des Sachverständigen darzulegen. Aufgrund der vorliegenden eigenen Erfahrung hat der Sachverständige – ohne einer speziellen Projektierung vorzugreifen – Vorschläge zu Sicherungs- und Sanierungsmaßnahmen zur Mangelbeseitigung vorzulegen. Im Falle eines Rechtsstreites besitzt der Sachverständige eine beratende Funktion hinsichtlich der Zuordnung des technischen Mangels zu Verantwortlichen.

Sachverständige, die durch ein mangelhaftes Gutachten ein fehlerhaftes Urteil verursacht haben, werden bei Nachweis von Vorsatz oder grober Fahrlässigkeit auf Schadenersatz in Anspruch genommen. Vor diesem Hintergrund ist ständige Weiterbildung die Basis für erfolgreiche Sachverständigentätigkeit. EIPOS ist dabei mit seinen Fachfortbildungen, Seminaren und Sachverständigentagen seit Jahren ein zuverlässiger Partner.

Prof. Dr.-Ing. habil. Werner Haupt<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Herr Professor Haupt ist seit 1997 als Dozent für EIPOS tätig.



# Dächer und Dichtungen vor den Schranken der Gerichte

Richard Althoff

## Einführung

Alles, was für Dichtheit sorgt bzw. sorgen sollte – sei es außen am Gebäude, innen oder oben drauf – stellt besondere Anforderungen an Planung, Bauausführung und Überwachung. Bei Dach- und Abdichtungsarbeiten passieren entsprechend häufig Fehler und in der Folge sind Mängel in diesen Bereichen besonders oft Gegenstand von Bauprozessen. Der Nachfolgende Beitrag berichtet über einige aus der Fülle der Urteile ausgesuchte Entscheidungen der letzten etwa eineinhalb Jahre.

## 1 Planung und Bauüberwachung

Auffallend häufig trifft es Architekten, Ingenieure als Sonderfachleute und die jeweiligen Bauüberwacher, wenn sich Feuchtigkeit an Stellen zeigt, wo Feuchtigkeit nicht sein sollte. Besonders tückisch und somit auch beratungsintensiv ist hierbei das Planen und Bauen im Bestand.

### 1.1 Planen im Bestand

In einer sehr aktuellen Entscheidung aus Februar des laufenden Jahres hatte sich das OLG Naumburg mit folgendem Sachverhalt auseinanderzusetzen<sup>1</sup>:

Ein Bauträger sanierte mehrere Altbauten aus der Gründerzeit und verkaufte diese an Wohnungseigentümer weiter. Er arbeitete immer mit demselben Architekten, der sowohl die Planungen erstellt wie auch die Ausführungen überwacht. Die Kelleraußenwände werden in allen Gebäuden nicht saniert, fast überall zeigt sich Feuchtigkeit. Erwerber der Wohnungen der letzten Objekte nehmen den Bauträger erfolgreich wegen Feuchtigkeit in den Kellern in Anspruch. Der Bauträger wendet sich nun mit einem Regressanspruch an seinen Architekten.

Das OLG Naumburg differenziert zunächst zwischen Planung und Überwachung und stellt zutreffend fest, dass der Bauüberwacher zwar im Grundsatz die Planung auf Richtigkeit prüfen und ggf. Bedenken anmelden muss, diese „Kontrollinstanz“ aber entfällt, wenn beide Leistungen – wie bei einem Architektenvollvertrag immer – von derselben Person ausgeführt werden: der die Ausführung seiner eigenen Planung überwachende Architekt hat keine Pflicht, Bedenken beim Auftraggeber wegen eines Planungsfehlers anzumelden, wenn ein Konzept zur Trockenlegung des Bauwerks fehlt. Allerdings: das Thema Feuchtigkeit und Abdichtung gerade bei der Sanierung von Bestandsgebäuden führt, so das OLG weiter, zu konkreten Leistungspflichten

1 Urteil v. 09.02.2012, 2 U 125/11.

des Architekten in der Planungsphase. Es ist Bestandteil der Leistungspflichten schon während der Grundlagenermittlung (Leistungen entsprechend den Gebührentatbeständen der Leistungsphase 1), auch ungefragt und ohne Ansehung der Vorgaben des Bauherrn zumindest eine Plausibilitätsprüfung vorzunehmen, welche Sanierungsmassnahmen zur Herstellung der Funktionstauglichkeit eines Objekts im Sinne der angestrebten zukünftigen Nutzung notwendig sind<sup>2</sup>. Fehlt dem Bauherrn ein geeignetes Konzept bzw. macht er sich darüber keine Gedanken, muss der Planer eingreifen und warnende Hinweise geben. Wenn außerdem im Verlauf der weiteren Planung die Schaffung von Waschmaschinen-, Trockner- und Heizungsräumen sowie moderne Nutzungskonzepte für die Bewohner im KG konzipiert wird, können auch im Rahmen der Entwurfsplanung (Leistungsphase 3), und zwar sowohl im Rahmen der Objektplanung wie auch der technischen Planung, Überlegungen zur Kellersanierung geboten sein, die zur Hinweis- und Warnpflichten führen können.

Im vorliegenden Fall hatte der Architekt gleichwohl Glück: Das Gericht hatte zum einen bereits Bedenken gegen eine Aufklärungspflicht in diesem konkreten Fall, weil sich die Klägerin, der Bauträger, gewerbsmäßig mit der Sanierung von Bestandsgebäuden befasste und den beklagten Architekten „auf Augenhöhe“ Vorgaben gemacht hatte. Der Architekt konnte sich wohl sicher sein, dass der Bauträger die Konsequenzen seines Handelns überblickte, was eine entsprechende Warn- und Beratungspflicht des Architekten neutralisieren kann<sup>3</sup>. Das OLG kam schließlich zu dem Ergebnis, dass nach einer Auslegung des Architektenvertrages im hiesigen konkreten Fall die Leistungs- und Beratungspflichten, die verletzt worden sein könnten, nicht geschuldet waren.

*Hinweis:* Die Argumentation mit einem Wegfall der Beratungspflichten aufgrund eigener Fachkenntnisse des Auftraggebers ist jedenfalls bei so zentralen Bauumständen wie Abdichtungsfragen „sehr dünnes Eis“. Hierauf sollte sich kein Planer verlassen.

## 1.2 Haftung trotz reduziertem Leistungsumfang

Für den Umbau eines Supermarktes erhält ein Architekt den Auftrag, „teilweise“ Leistungen entsprechend den Leistungsphasen 5 bis 9 zu § 15 HOAI a. F. (§ 33 HOAI n. F.) zu erbringen. Die weitergehende Werkplanung oblag dem GU, der Architekt hatte sie freizugeben. Nachdem Mängel an den Boden- bzw. Wandabdichtungen der Fleischabteilung aufgetreten sind, verlangt der Bauherr vom Architekten Schadenersatz. Dieser verteidigt sich damit, bezüglich der Fleischabteilung habe der GU die Planung erstellt.

Das OLG Köln<sup>4</sup> stellt eine Haftung des Architekten mit einer Quote von 1/3 fest, denn: Beinhaltet ein Planungsauftrag Leistungen entsprechend dem Leistungsphasen 5 bis 9, auch wenn nicht alle Leistungen dieser Leistungsphasen übertragen werden, obliegt dem Planer in jedem Fall eine Durcharbeitung und Prüfung der Ergebnisse der bisherigen Planung entsprechend den Leistungsphasen 3 und 4, egal, wer diese bislang erstellt hat. Das gilt gerade auch in Bezug auf Details der Abdichtung, im konkreten Fall bezüglich der Fleischabteilung. Bereits hier mussten dem Architekten Bedenken kommen. Hinzu tritt dann, dass sich diese Defizite bei der weite-

2 so auch OLG Brandenburg, Urteil vom 13.03.2008, 12 U 180/07.

3 so auch OLG Stuttgart, Urteil vom 17.10.2011, 5 U 43/11.

4 Urteil vom 12.01.2012, 7 U 99/08.

ren Werkplanung des GU fortgesetzt haben, diese Werkplanung aber vom Architekten freizugeben war. Hier oblag ihm also jedenfalls wieder eine Prüfungspflicht. Er hatte die Planungsleistungen des GU unter planerischen Gesichtspunkten zu überwachen. Dabei hätte ihm auffallen müssen, dass die vorgesehene und zur Ausführung gelangte Abdichtung erhöht risikobehaftet war. So hätte dem Planer auch beispielsweise auffallen müssen, dass in den Räumen der Fleischabteilung die gesamte geflieste Fläche (2 m türhoch) mit Hochdruckreinigern gereinigt werden soll und Dampfstrahlbeständigkeit die gesamte Verfugung jedenfalls am Fußboden vertraglich vereinbart war. Auch die vorgesehenen Bodeneinläufe gaben konkrete Indizien für die erforderlichen Abdichtungsdetails. Die aus diesen und weiteren erkennbaren technischen Anhaltspunkten zwingend notwendigen Rückschlüsse auf die dafür erforderlichen Abdichtungen hatte er Planer vernachlässigt. Dafür haftete er jedenfalls anteilig neben dem GU, wobei das Gericht die Quote des Planers mit 1/3 einschätzte.

### 1.3 Chloridschäden als Folge eines Planungsfehlers

Über Umstände eines schon lange zurückliegenden Bauvorhabens hatte das OLG München im Januar 2011 zu entscheiden<sup>5</sup>:

Ein Architekt und ein Statiker planen ein Gebäude mit Tiefgarage. In der Tiefgarage soll eine Gussasphaltschicht auf einer Trennlage ausgeführt werden. Die TG wird 1991 betoniert, das Gebäude 1996 fertiggestellt. 4 Jahre später tritt ein Schaden in der TG auf durch eingeschlepptes Wasser mit Chloridbelastung. Der Bauherr nimmt den Architekten erfolgreich in Haftung wegen einer mangelhaft geplanten Abdichtung gegen Chlorideintrag. Der Architekt will von den gezahlten 1 Mio. EUR ein Drittel vom Statiker ersetzt haben. Damit gewinnt er in erster Instanz. Das OLG hebt jedoch das Urteil auf zur weiteren Sachverhaltsermittlung.

In diesem Zusammenhang führt der Senat aus:

Wenn eine Tiefgarage über kein Abdichtungssystem verfügt, das dem Angriff durch eingeschlepptes Wasser mit Chloridbelastung standhält, liegt kein fehlerfreies Bauwerk vor. Somit war auch die Planung nicht geeignet, ein fehlerfreies Bauwerk entstehen zu lassen und ist mangelhaft. Auf ein Verschulden kommt es dabei zunächst einmal nicht an, denn jeder Auftragnehmer eines Werkvertrages, so auch die Planer, haben rein erfolgsbezogen und verschuldensunabhängig ein fehlerfreies Werk abzuliefern, hier also eine fehlerfreie Planung. Ein Mangel der Planung liegt deshalb dann vor, wenn im Zeitpunkt ihrer Erstellung die Planung den anerkannten Regeln der Technik oder der üblichen Bauweise entsprochen haben sollte<sup>6</sup>.

Liegt ein Mangel vor, hat der Auftragnehmer auch ohne jedes Verschulden eine Mangelbeseitigung durchzuführen. Die Besonderheit im Planungsbereich besteht nun darin, dass sich nach Fertigstellung des Gebäudes der Mangel der Planungsleistung bereits im Gebäude verwirklicht hat. Dann ist eine Mangelbeseitigung (in Bezug auf die Planung!) nicht mehr möglich und der Bauherr kann vom Planer nur noch Schadenersatz verlangen. Dieser Schadenersatzanspruch wiederum setzt aber nun – im Gegensatz zur Mangelbeseitigung – doch wieder Verschulden voraus.

5 Urteil vom 18.01.2011, 9 U 2546/10.

6 so auch BGH, Urteil vom 10.11.2005, VII ZR 147/04.

Entsprach die Planung im Zeitpunkt ihrer Entstehung aber den anerkannten Regeln der Technik und mussten dem Planer auch aus sonstigen Gründen keine Bedenken kommen, dann fehlt es an einem Verschulden, so dass er letztlich trotz eines Mangels seiner Leistung nicht haftet<sup>7</sup>.

#### 1.4 Hersteller garantiert Funktionstauglichkeit

Erbringt ein Dritter einen Teil von Planungsleistungen, enthaftet dies den Architekten nicht unbedingt. Dies kann sich aber anders darstellen, wenn dem Dritten Besonder, dem Fachwissen des Architekten überlegene Spezialkenntnisse zukommen, wie sich wiederum in einer Entscheidung des OLG München zeigt<sup>8</sup>.

Ein Architekt plante ein kommunales Bauvorhaben. Die Ausschreibung sah weder ein wasserdichtes noch ein regensicheres Unterdach vor. Aufgrund von Bedenken richtete der vom Architekten beauftragte Subplaner eine Anfrage an den Hersteller der Dachziegel. In einem von einem Dipl.-Bauingenieur unterschriebenen Brief teilte der Hersteller mit, dass die regensichere Mindestdachneigung für die vorgesehenen Ziegel 15° betrage, wofür er die Garantie übernehme. Als dann später der Dachdecker noch einmal wegen Verstoßes die den Dachdeckerrichtlinien entsprechenden Bedenken anmeldete, befragte der Subplaner erneut den Hersteller.

Dieser antwortete:

*„Wir garantieren für den Megaton Falzziegel eine Mindestdachneigung von 15°, entgegen den Dachdecker-Fachregeln, die den Ziegel in die 30°-Gruppe einstuft. Diese Regel-dachneigung geben wir für unsere Megaton-Serie nicht an ... Aus langjähriger Erfahrung können wir sagen, dass bei dem besichtigten Bauvorhaben eine Schalung mit einer verschweißten oder verklebten Unterdeckung (z.B. Bauder TOP UDS oder Bauder TOP DIFUBIT NSK) in Verbindung mit Bauder Nageldichtstreifen ausreichend ist ...“*

Nach Beendigung der Arbeiten zeigte sich, dass das Dach nicht dicht ist. Die Gemeinde verlangt vom Architekten Schadenersatz.

Das OLG spricht den Architekten von einem Verschulden frei. Zwar darf ein Planer nur eine Konstruktion zugrunde legen, von der er völlig sicher ist, dass sie den an sie zu stellenden Anforderungen genügt. Jedoch darf der Planer dabei die Konstruktion eines Fachunternehmens übernehmen, dessen Spezialkenntnisse den seinen überlegen sind und die von ihm auch nicht ohne weiteres erwartet werden können. Ihn trifft jedenfalls dann kein Verschulden, wenn er sich zur Lösung einer bestimmten Spezialaufgabe an ein Unternehmen wendet, das sich hierauf besonders eingerichtet hat und wenn für ihn kein triftiger Grund besteht, den Spezialkenntnissen und Erfahrungen dieses Unternehmens zu misstrauen<sup>9</sup>. Im vorliegenden Fall durfte sich der Planer auf die – zudem wiederholte – Aussage nebst Garantieerklärung des Dachziegelherstellers als Fachfirma mit Spezialkenntnissen zu den Themen der Regel-dachneigung und der Ausführung von Unterdächern verlassen.

7 so auch schon BGH, Urteil vom 15.07.2008, VII ZR 211/07; OLG München, Urteil vom 24.07.2007, 8 U 5022/06.

8 Urteil vom 22.02.2011, 13 U 4056/10.

9 so auch schon BGH, Urteil vom 30.10.1975, VII ZR 309/74, zur Verwendung neuartiger Baustoffe und von Fachunternehmern vorgefertigter Bauteile; ebenso OLG Hamm, Urteil vom 09.01.2003, 17 U 91/01.

## 2 Dachabdichtungen

Bereits die soeben dargestellte Entscheidung des OLG München befasste sich mit einer Haftung bei unzureichender Dachabdichtung, allerdings aus dem Blickwinkel des Planers. Oft genug stehen natürlich auch die bauausführenden Unternehmen vor den Schranken des Gerichts.

### 2.1 Keine Haftung trotz minderwertiger Leistung

Ein zwischenzeitlich insolventes Bauunternehmen hat für den Auftragnehmer eine Reithalle errichtet, die u. a. im Dachbereich mangelhaft ist. Mit den Sanierungsarbeiten wird der hier verklagte Auftragnehmer beauftragt. Ein Sachverständiger hatte zuvor festgestellt, dass die erforderlichen Sanierungsarbeiten bei sach- und fachgerechter Ausführung zwar zur Regensicherheit, aber nicht zur Regendichtheit führen. AG beauftragt AN mit diesen Leistungen, verweigert aber dann die Abnahme und Zahlung des Werklohns unter Verweis auf Mängel, insbesondere Schneeeintrieb und Wassereintritt. AG meint, AN habe nicht nur Regensicherheit geschuldet, sondern Regendichtigkeit, wofür eine Unterspannbahn hätte eingebaut werden müssen, wenn nicht sogar ein Unterdach; zwar habe er diese Leistungen nicht explizit, aber jedenfalls stillschweigend beauftragt; zumindest hätte AN Bedenken gegen die vorgesehene Art der Ausführung anmelden müssen.

Damit findet er jedoch vor dem Senat des OLG kein Gehör. Nach über 4jähriger Verfahrensdauer verurteilt das OLG den Auftraggeber zur Zahlung des vereinbarten Werklohns.

In Übereinstimmung mit der ständigen Rechtsprechung stellt das OLG zunächst noch einmal heraus, dass ein Werkvertrag immer erfolgsbezogen ist. Das, was der Auftragnehmer baut, muss funktionieren. Ein Auftragnehmer schuldet ein für den vorgesehenen Verwendungszweck funktionstaugliches Werk. An dieser Erfolgshafung ändert sich auch dann nichts, wenn die Parteien eine bestimmte Ausführungsart vereinbart haben, mit der die Funktionstauglichkeit zum vorgesehenen Verwendungszweck nicht erreicht werden kann. Dann kann sich der Auftragnehmer nicht darauf berufen, er habe doch genau das ausgeführt, was vereinbart worden sei<sup>10</sup>.

Eine Haftung des Auftragnehmers im vorliegenden Fall wäre deshalb nur denkbar, wenn das Dach ohne den Einbau einer Unterspannbahn oder eines Unterdaches nicht funktionieren würde, also eine uneingeschränkte und zweckentsprechende Nutzung der Halle nicht möglich wäre. Das aber konnte die vom OLG ergänzend durchgeführte Beweisaufnahme nicht bestätigen. Der Sachverständige hatte belegt, dass die gewählte Dachkonstruktion bei sach- und fachgerechter Ausführung der Eternit-Platteneindeckung sehr wohl Regensicherheit gewährleiste und der Einbau einer Unterspannbahn oder eines Unterdaches nur für das Erreichen einer Regendichtheit erforderlich gewesen sei. Für die Funktionstauglichkeit der Halle genüge eine Regensicherheit. Ein Anspruch auf Regendichtheit könnte sich mithin nur aus einer entsprechenden weitergehenden Vereinbarung im Vertrag ergeben. Eine solche Vereinbarung enthielt der Vertrag aber gerade nicht. Zwar entsprach das Dach auch nach der Sanierung durch den hiesigen Auftragnehmer immer noch nicht den anerkannten Regeln der Technik, aber es funktionierte und mehr hat der Bauherr

---

10 so auch ständig der BGH, z. B. im Urteil vom 30.06.2011, VII ZR 109/10.

dem hiesigen Auftragnehmer als Nachfolger des ursprünglichen, die Mängel verursachenden Auftragnehmers nun einmal nicht in Auftrag gegeben.

## 2.2 Merkantiler Minderwert bei Dachsanierung

An einem Einfamilienhaus mit Herstellungskosten von 150.000 EUR lagen Mängel des Dachaufbaus vor. Der Auftragnehmer hat diese Mängel beseitigt. Der Aufwand dafür betrug 15.000 EUR. Der Bauherr ist mit der Mängelbeseitigung allein nicht zufrieden und verlangt außerdem die Erstattung eines merkantilen Minderwertes in Höhe von 3.000 EUR.

Das OLG Stuttgart hatte sich mit diesem Sachverhalt zu befassen und gab dem Bauherrn Recht<sup>11</sup>: Ansprüche auf Schadenersatz wegen merkantilem Minderwert stoßen zwar bei den Gerichten immer noch häufig auf Vorbehalte. In der Rechtsprechung ist jedoch dazu eine deutliche Tendenz erkennbar, solche Ansprüche zu bestätigen. Dies gilt insbesondere für Mängelbeseitigungen im Bereich der Hauskonstruktion, wo eine vollständige exakte Überprüfung anschließend nicht mehr möglich ist. So hatte bereits das OLG Hamm<sup>12</sup> die Nachbesserung einer mangelhaften Kellerabdichtung als „klassischen Fall eines merkantilen Minderwertes“ angesehen. Das OLG Stuttgart beurteilt im vorliegenden Fall nun auch die Nachbesserung einer mangelhaften Abdichtung des Dachbereiches als „klassischen Fall des merkantilen Minderwertes“.

Es mussten Dachsteine gegen Dachziegel ausgetauscht und die Dachlattung geändert werden; Reparaturarbeiten waren an der Traufe sowie im Anschlussbereich zum Nachbarhaus erforderlich, da dort die Abdichtung nicht ordnungsgemäß ausgeführt war. Der Auftragnehmer hatte die Fermazell-Platten entgegen der vertraglichen Vereinbarung ohne dazwischen liegende Lattung direkt auf den darunter befindlichen OSP-Platten befestigt; die Befestigungsklammern mit einer Länge von 30 mm durchstießen die Dampfsperrbahnen im Bereich des Spitzbodens und des Treppenhauses.

Ein merkantiler Minderwert kann verbleiben, wenn trotz ordnungsgemäßer Sanierungsarbeiten der Verkaufswert des Werkes durch den früheren Mangel beeinflusst wird. Bei potentiellen Käufern entsteht eine den Preis negativ beeinflussende Neigung gegen den Erwerb aufgrund des Verdachts verborgen verbliebener Schäden und eines geringeren Vertrauens in die Qualität des Gebäudes<sup>13</sup>. Ein Pultdach, wie bei dem Haus des hiesigen Klägers ausgeführt, hält üblicherweise ca. 25 Jahre ohne Reparaturarbeiten und bedarf erst anschließend einer regelmäßigen Wartung. Wenn Käufer erfahren, das bereits kurze Zeit nach der erstmaligen Erstellung des Hauses umfangreiche Arbeiten im Dachbereich durchgeführt worden sind, haben Sie Zweifel daran, dass das Dach die übliche Lebensdauer haben wird. Dies gilt umso mehr, wenn die vollständige Überprüfung der Sanierungsarbeiten kaum möglich ist, da dies eine erneute Öffnung des Daches erfordern würde. Deshalb könnte sich ein Käufer regelmäßig nicht der Forderung von Kaufinteressenten nach einer Preisreduzierung verschließen. Ob tatsächlich eine Verkaufsabsicht des Eigentümers bestehe, ist dafür nicht entscheidend. Die Wertminderung des Hauses ist mit Abschluss der Sanierungsarbeiten vorhanden und stellt deshalb einen aktuellen Schaden dar.

11 Urteil vom 08.02.2011, 12 U 74/10.

12 Urteil vom 10.05.2010, 17 U 92/09.

13 so schon BGH, Urteil vom 11.07.1991, VII ZR 301/90 und Urteil vom 09.01.2003, VII ZR 181/00.

Der vom Gericht beauftragte Sachverständige ermittelte den merkantilen Minderwert mit 5.000 EUR bis 8.000 EUR, so dass die Forderung des Klägers in Höhe von 3.000 EUR in jedem Fall berechtigt war.

## 2.3 Schutzmaßnahmen gegen Regen und Anweisungen des Architekten

Der AG beauftragt den AN mit Aushub- und Rohbauarbeiten für einen Anbau an ein bestehendes Gebäude. Nach Niederschlägen verbleibt stehendes Wasser auf der Ortbedecke des Rohbaus und verursacht einen Schaden, da es in einen Spalt zwischen Anbau und Bestandsbau eindringen kann.

Der AG verklagt den AN auf Schadenersatz und wirft ihm vor, er habe entgegen einer durch den Architekten gegenüber dem Polier des AN erteilten Weisung kein Mörtelband und keine Bohrungen ausgeführt; anderenfalls hätte der Schaden vermieden werden können. AN meint demgegenüber, nur ein Notdach habe den Wassereintritt verhindern können.

Das OLG München stellt fest, dass der Auftragnehmer das ihm zur Ausführung überlassene Bauobjekt vor Niederschlagswasser zu schützen hat. Das gilt umso mehr für von ihm hergestellte Öffnungen. Diese Schutzpflicht ist eine vertragliche Nebenpflicht und umfasst jedenfalls alle Leistungen zum Schutz von vorhersehbaren Niederschlägen. Dies knüpft an die Differenzierung in der DIN 18299, Ziff. 4.1.10, an:

Die Sicherung gegen Niederschlagswasser ist eine nicht gesondert vergütungspflichtige Nebenleistung. Weitergehende, zusätzliche Schutzmaßnahmen gegen außergewöhnliche Wetterumstände, Hochwasser und Grundwasser stellen demgegenüber Besondere Leistungen mit zusätzlichem Vergütungsanspruch dar. Im vorliegenden Fall handelte es sich jedoch um ein normales Unwetter. Darüber hinaus begründet auch die Missachtung der gegenüber dem Vorarbeiter ausgesprochenen Architektenanweisung bereits eine vertragliche Pflichtverletzung, die auch kausal für den eingetretenen Schaden ist. Es kommt nicht einmal darauf an, ob – wie der Auftragnehmer im vorliegenden Fall einwandte – die Ausführung von Mörtelband und Bohrungen zur Vermeidung des Wasserschadens überhaupt geeignet waren oder nicht. Negativenfalls hätte der Auftragnehmer dann direkt in Reaktion auf die Anweisung Bedenken anmelden müssen. Dies ist jedoch nicht erfolgt. AN kann sich deshalb auch nicht darauf berufen, nur ein Notdach hätte den Schaden verhindern können und deshalb sei der Schadenersatzanspruch um die Sowieso-Kosten des Notdachs zur vermindern. Wenn nämlich nur ein Notdach den Schaden im Rahmen eines normalen Unwetters verhindern konnte, dann gehörte die Ausführung des Notdachs zu den nicht zusätzlich zu vergütenden üblichen Schutzmaßnahmen.

### 3 Sonstige Abdichtungen

Immer wieder müssen sich Gerichte mit der Thematik der Abdichtung von Bodenplatten und Fußböden befassen:

#### 3.1 Abdichtung einer Bodenplatte gegen Dampfdiffusion

Gleich zweimal innerhalb eines Jahres veröffentlichte der 23. Senat des OLG Düsseldorf Entscheidungen zu diesem Thema.

Zunächst entschied das OLG Düsseldorf im Februar 2011<sup>14</sup> im Rahmen eines Architektenhaftungsprozesses, dass die Abdichtung des Gebäudes gegen Feuchtigkeit jeder Art und damit auch die horizontale Abdichtung eines nicht unterkellerten Gebäudes gegen Dampfdiffusion gemäß DIN 18195 jedenfalls von den Grundzügen und Grundlagen her bereits eine planerische Leistungspflicht im Rahmen der Entwurfsplanung entsprechend der Leistungsphase 3 des § 15 HOAI a. F. darstelle. Zur planerischen und tatsächlichen Realisierung einer hochwertigen Nutzung eines Praxisgebäudes (Zahnarztpraxis) sei sowohl im Planungszeitpunkt für das hier streitigenständliche Bauvorhaben im Jahre 1997/1998 wie auch im Zeitpunkt der Urteilsverkündung im Februar 2011 eine horizontale Abdichtung der Bodenplatte gegen Dampfdiffusion eine notwendige Leistung, um den anerkannten Regeln der Technik zu genügen. Das OLG begründete dies damit, dass der ebenfalls zur Ausführung gekommene WU-Beton zwar wasserdicht herstellbar sei, jedoch nicht dampfdicht; weder die vorgesehene Folie unterhalb der Bodenplatte noch die aufgrund einer Vielzahl von Installationen nicht fachgerecht aufbringbare, vom Estrichleger geschuldete Dampfsperre seien insoweit ausreichend. Der Architekt (bzw. seine Versicherung) haben deshalb diesen Rechtsstreit verloren.

In der Fachwelt ist indes umstritten, ob bei einer Weißen Wanne oder jedenfalls einem wasserundurchlässigen Beton die Bodenplatte tatsächlich noch eine weitere Horizontalabdichtung benötigt. Dagegen hat sich bereits Herr Sachverständiger Dipl.-Ing. Matthias Zöller in IBR 2010, 193, und IBR 2006, 7, ausgesprochen, während der vom LG Berlin für die Entscheidung in IBR 2006, 21, beauftragte Sachverständige offenbar eine andere Meinung vertrat. Herr Dipl.-Ing. Zöller äußerte sich zur Thematik noch einmal ganz aktuell am 16. 04. 2012 in ibr-online und bezeichnetet die Beschreibung eines durch die Bodenplatte ziehenden, Kondensationserscheinungen auslösenden Kaltluftstroms als für einen Fachmann mit bauphysikalischen Grundkenntnissen „geradezu haarsträubend“. Er stellt klipp und klar fest, dass Abdichtungen auf Bodenplatten gegen strömendes Wasser bei wasserundurchlässigen Betonkonstruktionen nicht erforderlich sind und kapillare Weiterleitungen von Wasser aus Bodenplatten bei WU-Bodenplatten ebenfalls nicht stattfinden. Allenfalls könnten unter bestimmten Randbedingungen diffusionshemmende Abdeckungen sinnvoll sein, z. B. lose überlappte Folien von 0,3 mm Dicke.

14 Urteil vom 22.02.2011, 23 U 218/09.

Bereits zwei Monate nach dem erwähnten Urteil aus Februar 2011 verkündete der selbe Senat des OLG Düsseldorf ein zweites Urteil zu dieser Thematik<sup>15</sup>. Im hiesigen Sachverhalt hatte der Architekt eine Bodenplatte in Beton WU25 mit einer Stärke von 30 cm vorgesehen und keine Abdichtung gegen Dampfdiffusion. Der Bauherr verklagte ihn auf Schadensersatz.

Das OLG gab der Klage nicht statt. Ein Planungsfehler liege nicht vor. Wert und Tauglichkeit des Hauses seien durch die nichtgeplante Dampfsperre nicht beeinträchtigt. Das beauftragte Gutachten hatte festgestellt, dass es beim vorliegenden Bodenaufbau mit oberseitiger Wärmedämmung nicht zu einer Dampfdiffusion und damit zu einer Beeinträchtigung der Gebrauchstauglichkeit kommen könne. Dies gelte jedenfalls im vorliegenden Fall, da hier nur der Lastfall „Bodenfeuchte“ vorliege und deshalb jedenfalls der Teil 4 der DIN 18195 nicht anwendbar ist. In ausdrücklicher Abgrenzung zum Urteil vom 22.02.2011 stellt das OLG in seinen Leitsätzen fest:

*„Eine horizontale Abdichtung einer Bodenplatte gegen Dampfdiffusion war und ist nach den anerkannten Regeln der Technik nicht erforderlich, wenn die Bodenplatte aus wasserundurchlässigem Beton B25 besteht, eine Wärmedämmung oberhalb der Bodenplatte aufgebracht ist und der Lastfall „Bodenfeuchte“ vorliegt.“*

*Die DIN 18195 ist für Bauteile aus wasserundurchlässigem Beton anzuwenden, wenn mehr als geringe Anforderungen an die Trockenheit der Raumluft bestehen und die Möglichkeit einer Schädigung des Fußbodenaufbaus durch Feuchtigkeit besteht.“*

### 3.2 Unverhältnismäßigkeit der Mangelbeseitigung

Bei Abdichtungen stellen in der Regel selbst kleine Fehler beseitigungspflichtige Mängel dar. Der Aufwand dafür ist häufig um ein Vielfaches höher als für die eigentliche Mangelbeseitigung, denn die Abdichtung ist längst überbaut und die Nachbesserung des eigentlichen Mangels erfordert erhebliche Vor- und Nacharbeiten. Kann der Auftragnehmer dann eventuell die Mangelbeseitigung mit dem Argument verweigern, der Aufwand sei im Verhältnis zum eigentlichen Mangel unverhältnismäßig (§ 635 Abs. 3 BGB; § 13 Abs. 6 VOB/B)?

Unter anderem hat sich das OLG Nürnberg im Jahre 2010 mit dieser Frage befassen müssen<sup>16</sup>. Die Besonderheit des Falls bestand hier zudem noch darin, dass die Parteien sogar einen höheren technischen Standard als nach den anerkannten Regeln der Technik notwendig vereinbart hatten und der Mangel nur die Differenz zwischen dem normalen Stand der anerkannten Regeln der Technik und dem vereinbarten höheren Standard betraf.

Die Parteien hatten in diesem Fall für Renovierungsarbeiten im Bad vereinbart, dass der Fußboden mit einer neuen Abdichtung zu versehen und dann zu fliesen sei. In Ausführung des Vertrages brachte der Auftragnehmer eine flüssige Dichtfolie in einer Stärke von 0,4 mm ordnungsgemäß ein. Der Auftraggeber rügte dies als Mangel, da die Dichtfolie nicht die nach den Herstellerrichtlinien und amtlichen Prüfzeugnissen erforderliche Mindeststärke von 0,5 mm aufwies.

15 Urteil vom 15.04.2011, 23 U 90/10, in IBR veröffentlicht im Januar 2012.

16 Urteil vom 23.09.2010, 13 U 194/08.

Der Auftragnehmer beruft sich demgegenüber darauf, dass eine Abdichtungsfolie hier nach den anerkannten Regeln der Technik eigentlich überhaupt nicht erforderlich und das Begehr des Auftraggebers auf Mängelbeseitigung deshalb hier unverhältnismäßig sei.

Damit findet der Auftragnehmer jedoch vor den Schranken dieses Gerichtes keine Gnade. Rechtlich zutreffend führt das Gericht aus, dass ein Mangel in erster Linie bereits dann vorliege, wenn die tatsächliche Ausführung von der vereinbarten Ausführung abweiche, unabhängig davon, ob dies in rein technischer Hinsicht eine fehlerhafte Bauausführung ist. Denn der Begriff eines Mangels darf in rechtlicher Hinsicht nicht rein objektiv verstanden werden. Er wird vielmehr in erster Linie subjektiv vom Vertragswillen der Parteien („geschuldeter Werkerfolg“) mitbestimmt. Nach diesem subjektiven Fehlerbegriff können daher auch unerhebliche Abweichungen vom vertraglich vorausgesetzten Gebrauch, durch die die Gebrauchstauglichkeit objektiv nicht beeinträchtigt wird, einen Mangel darstellen<sup>17</sup>. Ein Mangel liegt deshalb auch dann vor, wenn die Werkleistung zwar den Regeln der Technik entspricht, aber nicht der darüber hinausgehenden vertraglichen Beschaffensvereinbarungen.

Objektiv erforderlich sind Abdichtungen nur dort, wo der Untergrund unter den Fliesen feuchtigkeitsempfindlich ist. So schreibt die DIN 18195 Teil 5 eine Abdichtung gegen nicht drückendes Wasser in Nassräumen vor. Nach der Definition in Nr. 3.31 des Teils 1 der DIN gehören Bäder im Wohnungsbau jedenfalls dann nicht zu den Nassräumen, wenn die Entwässerung nicht über einen Bodenablauf erfolgt. Aber: Ausweislich Nr. 7.2 des Teils 5 der DIN muss bei häuslichen Bädern ohne Bodenablauf mit feuchtigkeitsempfindlichen Umfassungsbauteilen (z. B. Holzbau, Trockenbau, Stahlbau) der Schutz gegen Feuchtigkeit bei der Planung besonders beachtet werden.

Badabdichtungen sind also nicht mehr generell erforderlich. Dies bestätigt auch das Merkblatt des Zentralverbandes des Deutschen Baugewerbes „Untergründe in Feuchträumen – Putz und Trockenbau in Feuchträumen mit Bekleidungen aus keramischen Fliesen und Platten oder Naturwerksteinen“: „Bei häuslichen Bädern mit feuchtigkeitsunempfindlichen Umfassungsbauteilen und feuchtigkeitsunempfindlichen Verlegeuntergründen ist eine Abdichtung im bauaufsichtlich nicht geregelten Bereich bei geringfügiger Beanspruchung nicht zwingend erforderlich.“

Deshalb schuldete der beklagte Auftragnehmer im hiesigen Rechtstreit von vornherein keine Abdichtung der Wände, unabhängig von der technischen Beurteilung, aber sehr wohl die vereinbarte Abdichtung der Fußböden, obwohl dies objektiv überflüssig war. Die tatsächlich ausgeführte Fußbodenabdichtung blieb hinter den vertraglichen Vereinbarungen zurück, da sie mit einer zu geringen Schichtdicke den technischen Vorgaben widersprach. Wenn denn schon eine – objektiv nicht notwendige – Leistung ausgeführt wird, dann ist sie auch ordnungsgemäß auszuführen.

Der Auftragnehmer kann sich ebenfalls nicht darauf berufen, die Aufwendungen seien unverhältnismäßig. Das Preis-/Leistungsverhältnis und das Verhältnis des Nachbesserungsaufwands zu den dazugehörigen Vertragspreisen ist für die Beurteilung dieser Frage nach ständiger Rechtsprechung ohne Bedeutung. Der Einwand der Unverhältnismäßigkeit ist nur dann gerechtfertigt, wenn das Bestehen auf ordnungsgemäßer Vertragserfüllung im Verhältnis zu dem dafür erforderlichen Aufwand unter

---

17 so geltende Gesetzeslage und Ständige Rechtsprechung, z. B. BGH, Urteil vom 21.09.2004, X ZR 244/01.

Abwägung aller Umstände einen Verstoß gegen Treu und Glauben darstellt, wobei auch der Grad des Verschuldens des Unternehmers eine Rolle spielen kann<sup>18</sup>.

Wird nun für eine Werkleistung ein über dem Stand der Technik liegender Standard ausdrücklich vereinbart, dann kommt dadurch ein besonderes Interesse des Auftraggebers zum Ausdruck, das entsprechend rechtlich geschützt ist. Könnte der Auftragnehmer dann die Mängelbeseitigung verweigern, wären Vereinbarungen von höheren Baustandards regelmäßig faktisch undurchsetzbar. Der nach ständiger höchstrichterlicher Rechtsprechung bestätigte Vorrang des vertraglichen Parteiwillens würde zumindest ausgehüllt, wenn nicht gar aufgehoben.

## 4 Abdichtungsarbeiten in Eigenleistung

Dass die Bauherren von Eigenheimen Eigenleistungen erbringen, ist üblich. Kritisch wird es aber, wenn der Bauherr ausgerechnet solche haftungsträchtigen und zentralen Leistungen wie eine Abdichtung unbedingt selber ausführen möchte. Das kann nur schief gehen – und der Bauunternehmer haftet auch noch dafür:

Das OLG hat nämlich klargestellt<sup>19</sup>, dass es in einem solchen Fall eine doppelte Hinweis- und Überwachungspflicht des Bauunternehmers gibt. Zunächst einmal muss der Bauunternehmer den Bauherrn ausreichend darüber belehren, dass die Ausführung von Abdichtungsarbeiten (hier ging es um die äußere Kellerabdichtung) handwerkliche Fähigkeiten und Spezialkenntnisse voraussetzt, über die jedenfalls nicht selbstverständlich jeder Laie verfügt, und bei deren Kenntnis gleichwohl handwerkliche Ausführungsfehler auftreten können. Wenn der Bauherr darauf nicht hört und trotzdem die Abdichtungsarbeiten selber ausführt, dann obliegt dem Bauunternehmer bei der anschließenden Fortsetzung der ihm übertragenen Arbeiten genau dieselbe Prüfungs- und Hinweispflicht in Bezug auf das „Vorgewerk“, wie gegenüber einem gewerblichen Handwerker. Zwar ist der Bauunternehmer zu einer Überwachung der Ausführung der Eigenleistung nur dann verpflichtet, wenn ihm eine solche Überwachungspflicht nach dem Bauvertrag ausdrücklich zukommt. Aber selbst ohne Überwachungspflicht muss der Bauunternehmer dann jedenfalls anschließend die fertig gestellten Eigenleistungen vor einer Fortsetzung seiner daran anschließenden weiteren Baumaßnahmen überprüfen und Auffälligkeiten dem Bauherrn mitteilen sowie gegebenenfalls Bedenken anmelden.

Im vorliegenden Fall hatte der Bauherr ein ungeeignetes Material verwandt und die Abdichtung teilweise nur bis zur Oberkante der Bodenplatte aufgebracht, dies zudem mit Lücken von teilweise 3 bis 4 cm. Das OLG verwies den Rechtstreit an die erste Instanz zurück für eine ergänzende Beweisaufnahme, ob solche Defizite dem Bauunternehmer hätten auffallen müssen, so dass er zu entsprechenden Bedenken hinweisen verpflichtet war. Davon dürfte wohl auszugehen sein.

---

18 ständige Rechtsprechung, siehe zum Beispiel BGH, Urteil vom 10.11.2005, VII ZR 64/04

19 Beschluss vom 12.10.2010, 19 W 33/10.

## 5 DIN-Normen und grobe Fahrlässigkeiten

Verstößt eine Bauausführung gegen DIN-Normen, liegt nicht nur regelmäßig ein Mangel vor. Darüber hinaus kann es sich auch um eine haftungsverschärfende grobe Fahrlässigkeit handeln, wie ein Fall des OLG Celle<sup>20</sup>:

Der Auftragnehmer hatte Kupferrohre einer Wasserleitung im Fußbodenauflauf zu verlegen. Er nahm auch eine anschließende Dichtheitsprüfung vor, jedoch nicht in der nach dem einschlägigen Merkblatt für Dichtheitsprüfungen von Trinkwasserinstallationen des Zentralverbandes Sanitär Heizung Klima vorgeschriebenen Art und Weise. Insbesondere fehlte eine Belastungsprüfung mit erhöhtem Druck über 10 Minuten und eine Dichtheitsprüfung vor der Belastungsprüfung. Schließlich fehlte auch die aus hygienischen und korrosionschemischen Gründen vorgeschriebene weitere Dichtheitsprüfung unmittelbar vor der Inbetriebnahme. Die Rohre erwiesen sich als undicht. Es kam zu erheblichen Durchfeuchtungen des Mauerwerks. Die Gebäudeversicherung regulierte die Schäden und nahm anschließend das ausführende Unternehmen auf Ressort in Anspruch.

Dies durchaus zu Recht. Das OLG stellte fest, dass es sich bei der Verlegung von Wasserrohren im Hinblick auf potentielle Feuchtigkeitsschäden generell um besonders gefahrenträchtige Arbeiten handelt, die eine besondere Sorgfalt erfordern. Die unterlassenen bzw. unzureichenden Dichtheits- und Überlastungsprüfungen stellen deshalb nicht nur einen Verstoß gegen die anerkannten Regeln der Technik dar, sondern begründen darüber hinaus den Vorwurf grober Fahrlässigkeit. Insofern darf, so das OLG weiter, für die Verlegung von Wasserrohren nichts anderes gelten als für Abdichtungsarbeiten. Liegen grundlegende handwerkliche Fehler vor, obwohl dem jeweiligen Spezialbetrieb das hohe Gefahrenpotenzial aus einer Undichtigkeit bekannt ist, liegt grobe Fahrlässigkeit vor. Deshalb spricht bereits der Beweis des ersten Anscheins dafür, dass bei Beachtung der technischen Regeln der Schaden vermieden worden wäre. Dies wiederum führt zu einer Umkehr der Beweislast: Der Auftragnehmer hat nachzuweisen, dass ihn kein Verschulden trifft.

## 6 Schlussbemerkung

Die Ausführungen von jeglichen Leistungen, die Dichtheit herstellen sollen oder solche erfordern, verlangen gesteigerte Leistungspflichten bereits in der Grundlagenermittlung des Planungsprozesses, dann weiter in der Entwurfsplanung, Ausführungs- und Detailplanung. Die besonderen Anforderungen setzen sich fort bei der Auswahl entsprechend fachkundiger Unternehmen und der sorgfältigen Ausführung der Arbeiten sowie deren Überwachung. Kurzum: Einfallstore für haftungsgrundende Fehler bestehen an zahlreichen Stellen der Entstehung eines Bauvorhabens und werden deshalb mit Sicherheit auch weiterhin die Gerichte regelmäßig und in großer Anzahl beschäftigen.

---

20 Urteil vom 30.11.2011, 14 U 88/11.



**Althoff, Richard**  
Dr. iur.

1993 bis 1997: Tätigkeit in der Liegenschaftsverwaltung des Bundes in Chemnitz und Dresden

Nov. 1997: Zulassung als Rechtsanwalt in Dresden

seit 2006: Gesellschafter der Alfes & Partner Rechtsanwälte – Fachkanzlei für Immobilien-, Bau- und Planungsrecht

Tätigkeitsschwerpunkte: ziviles und öffentliches Bau- und Planungsrecht, Sachverständigenrecht

Fachanwalt für Bau- und Architektenrecht

Fachanwalt für Verwaltungsrecht

---

# Über die Verwendung von PE-Folien in Fußbodenkonstruktionen gegen Erdreich bei reiner Bodenfeuchte

## Ist die neue Fassung der DIN 18195-4:2012 wirklich zutreffend?

Dietrich Hinz

### 1 Situation

Eine Vielzahl von Streitfällen ist gekennzeichnet durch die Frage nach einer zwanghaften Forderung, dass unter allen erdberührenden Bodenplatten Abdichtungsfolien vorhanden sein müssen. Die sich daraus ergebenden falschen Forderungen, bereits vorhandene Bodenplatten ohne „geregelte“ Folien wieder abzureißen und mit einer dieser Folien wieder neu zu errichten, sind unverständlich. Abdichtungen müssen nur dort vorgesehen werden, wo es auch Anlass dazu gibt. Die folgenden Abhandlungen sollen Klärungen herbeiführen.

#### 1.1 Regelwerk

Entsprechend DIN 18195-4:2000-08 [1] / Ziffer 6.2.1 Satz 1 ist eine Bodenplatte **grundsätzlich** gegen aufsteigende Feuchtigkeit **nach Abs. 7.4** abzudichten. Bereits durch die doppelte Betonung „ist“ und „grundsätzlich“ hat der Normenausschuss deutlich gemacht, dass eine entsprechende Abdichtung vorgesehen werden muss. Mit dem Hinweis auf den Absatz 7.4 werden danach jedoch auch noch die Stoffe, mit denen abgedichtet werden muss, vorgeschrieben. Nach dem Absatz 7.4.1 sind dies:

- Bitumenbahnen,
- kaltselbstklebende Bitumen – Dichtungsbahnen,
- Kunststoff- und Elastomer – Dichtungsbahnen,
- kunststoffmodifizierte Bitumendickbeschichtungen oder
- Asphaltmatrix.

In dieser Aufzählung fehlt die PE-Folie, eine der am häufigsten verwendeten Folien unter betonierten Bodenplatten. Polyethylen- (PE-) Folien mit einer Mindestdicke von 0,2 mm werden unter Ziffer 5 DIN 18195-2 „Hilfsstoffe“ und dort unter 5.2d als „Stoffe für Trennschichten bzw. Trennlagen“ erwähnt. Trennschichten und Trennlagen werden nach Ziffer 3.41 DIN 18195-1 als „ein Flächengebiilde zur Trennung einer Abdichtung von angrenzenden Bauteilen“ definiert. Eine abdichtende Funktion wird diesen Folien nicht zugeordnet.

Die betontechnologische Notwendigkeit von Gleitschichten unter Betonplatten ist anerkannt. In vielen Details werden – praxisgerecht – PE-Folien ohne zusätzliche Dichtungsbahnen angegeben. Wird jedoch keine zusätzliche Dichtungsbahn vorgesehen, werden Tausende von m<sup>2</sup> Gebäudegrundflächen nicht „regelgerecht“

gebaut, weil im Sinne der Norm diese Bodenplatten nicht gegen Bodenfeuchte abgedichtet sind. Deshalb müssen diese Konstruktionen jedoch nicht zwangsläufig mangelhaft sein. Jener Mangelbegriff, der sich bei fehlerfreier Ausführung ausschließlich auf einen Verstoß gegen die allgemein anerkannten Regeln der Technik (a. a. R. d. T.) beuft, ist zunehmender Kritik unterworfen.

Würde die Neufassung der Norm alles Erforderliche zum Schutz vor Schäden aus Wasserbelastungen enthalten, was zum Stand der Herausgabe technisch richtig und in der Praxis erprobt ist, so müsste die ganze Republik mit Baumängeln wegen fehlender wirksamer Abdichtung überschüttet sein. Nachdem dies jedoch nicht der Fall ist, muss hinterfragt werden, weshalb eine Vielzahl von Gebäuden mit PE-Folien als einzige untere Trenn- und Abdichtungslage ohne Schäden sind.

Leider sind auch viele Gutachten bekannt, die alleine das Fehlen einer „DIN – gerechten“ Abdichtung mit Bitumen-, PVC- oder Kunststoffbahnen zum Baumangel erklärt, weil nicht „normgerecht“ gebaut worden sei. Für diese Gutachter bedeutete dieser Sachverhalt, dass sie keine weiteren Anstrengungen unternehmen müssten, um nach der eigentlichen Ursache der aufgetretenen Schäden zu forschen. Alleine das Fehlen einer Dichtungsbahn ohne erkennbaren Mangel genügt den Gutachtern. Der betroffene Unternehmer wurde alleine aus diesem Grunde ohne Einschränkung zur Mängelbeseitigung verurteilt, weshalb eine Vielzahl von Bodenplatten unsinniger Weise herausgerissen und neu errichtet werden mussten. Die Verhältnismäßigkeit der Mängelbeseitigung trotz hoher Kosten wurde damit begründet, dass nur der Abbruch und die Neuerrichtung mit „regelgerechter“ Abdichtung zum Erfolg der Mängelfreiheit führen könnten.

## 1.2 Ausnahmen

DIN 18195:2000-08 gilt nicht für die Konstruktionen mit PE-Folien und auch nicht für Bauteile, die so wasserdicht sind, dass die Dauerhaftigkeit des Bauteils und die Nutzbarkeit des Bauwerkes ohne weitere Abdichtung im Sinne dieser Norm gegeben ist. In diesem Sinne gilt sie auch nicht für Konstruktionen aus wasserundurchlässigem Beton.

Bei der Abdichtung gegen Bodenfeuchte kann nach DIN 18195-4 Ziffer 6.2.2 eine Abdichtung mit den zitierten „DIN - Stoffen“ entfallen, wenn:

- die Raumnutzung nur geringe Anforderungen an die Trockenheit der Raumluft erfordert
- und durch eine kapillarbrechende Schüttung mit  $k_f > 1 \cdot 10^{-4}$  m/s und einer Schichtdicke von mindestens 150 mm unter der Bodenplatte der Wassertransport durch die Bodenplatte hinreichend verhindert wird.
- Unter Räumen, die zum ständigen Aufenthalt von Personen bestimmt sind, dürfen diese abweichenden Konstruktionen jedoch nicht angewendet werden. Nach neuen Baumethoden sind jedoch Gebäude wegen der Luftdichtigkeit der Außenhülle meist schon klimatisiert. Dann kann die mögliche störende Feuchte durch Diffusion problemlos entsorgt werden.

Die Norm hebt also auf die Wasserdichtigkeit der Fußbodenkonstruktion ab. Die Notwendigkeit einer Abdichtung gegen flüssiges Wasser erfordert allerdings auch das Vorhandensein von Wasser in Tropfenform, weil im anderen Fall die Konstruktion unwirtschaftlich ist. Zu klären ist deshalb, woher das Wasser kommt, das nach der Norm vorausgesetzt wird.

## 2 Wasserbelastung

### 2.1 Planungshöhe des Grundwasserstandes

In der Tabelle 1 DIN 18195-1 ist für den Wasserlastfall „Bodenfeuchte“ eine „erdberührende Bodenplatten oberhalb des Bemessungswasserstandes“ definiert. Hierbei wird unter Ziffer 3.8 DIN 18195-1 angegeben, dass der Bemessungswasserstand „der höchste, nach Möglichkeit aus langjähriger Beobachtung ermittelte Grundwasserstand/Hochwasserstand“ ist. Der früher geltende Sicherheitsabstand von 300 mm, der für die Planung der Objekte über dem höchst möglichen Grundwasserstandes zusätzlich einzuhalten war, ist entfallen! Dieser Sicherheitsabstand wird erst in Teil 6 der Norm unter Ziffer 7.2.2 eingeführt, wenn die Betrachtung für die Abdichtung eines zeitweise aufstauenden Sickerwassers angestellt wird. Dieser widersinnigen Festlegung, bei einfachen Abdichtungen gegen Bodenfeuchte auf den Sicherheitsabstand zu verzichten, sollte jedoch nicht Folge geleistet werden.

### 2.2 Arten der Wasserbelastung

In Spalte 2 der Tabelle 1 DIN 18195-1:2000-08 werden die Wasserarten definiert, die auftreten können. Dies sind:

- Kapillarwasser,
- Haftwasser,
- Sickerwasser.

Die Art der Wassereinwirkung wird in Spalte 5 der Tabelle 1 genannt:

- Bodenfeuchte und
- nichtstauendes Sickerwasser.

Das bedeutet, dass das auftreffende Regen- und Oberflächenwasser ohne Anstau direkt im Boden versickern können muss. Als Maß der Bodendurchlässigkeit wird hierzu auf den Durchlässigkeitsbeiwert  $k_f$  Bezug genommen. Die Grenze, bis zu der diese Forderung erfüllt wird, wurde gemäß den Spalten 3 und 4 der Tabelle 1 DIN 18195-1:2000-08 zu

$$k_f > 1 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$$

festgelegt. Ist die Durchlässigkeit grösser, kann nach Teil 4 abgedichtet werden. Ist die Durchlässigkeit kleiner oder gleich  $k_f$ , muss mit aufstauendem Wasser gerechnet werden und entsprechend nach Teil 6 abgedichtet werden. Ersatzweise kann bei kleineren Durchlässigkeiten des Erdstoffs eine Dränung des Gebäudes vorgesehen werden.

Für diese Betrachtung mag es dahingestellt bleiben, ob eine Dränage auf die Dauer wirksam bleibt oder nicht. Diese Frage wird in der Fachwelt stark kontrovers diskutiert. Technische und praktisch durchführbare Hinweise zur Aufrechterhaltung der Funktion einer Dränage gibt es genug. Leider wird oftmals fälschlicherweise von Gutachtern die nicht funktionsfähige Dränage dem Abdichtungssystem angelastet, wenn ein Wasserschaden am und im Gebäude aufgetreten ist. Abdichtung und Dränage sind zwei verschiedene Gewerke mit verschiedenen Verantwortungsbereichen. Wenn trotzdem mit dem Ausfall der Dränage gerechnet werden muss, um die Abdichtung zu bemessen, kann die Dränage auch gleich weggelassen werden. Eine Abschätzung des Sicherheitsrisikos zur Wirtschaftlichkeit muss dem Auftraggeber auferlegt werden. Schließlich kann auch die Höhe der Versicherungsprämie davon abhängen.

## 2.3 Bodenfeuchte

Entsprechend der allgemeinen Auffassung der Fachwelt muss immer mit Bodenfeuchte gerechnet werden. Dies gilt in Analogie zur auch ständig vorhandenen Luftfeuchtigkeit. Hier besteht Übereinstimmung mit den Naturgesetzen. Die Bodenfeuchte ist das immer vorhandene, sorptiv und kapillar gebundene Wasser (Haftwasser). Im Sinne der Norm stellt diese Bodenfeuchte das Wasser dar, das durch Kontakt vom Boden an Bauteile kapillar abgegeben werden kann. Nach dieser Definition wird vorausgesetzt, dass Wasser in Tropfenform unterhalb der Bodenplatte vorhanden sein muss, also sich eine Benetzung der Unterseite der Folie einstellt.

Aus dem Aufnahmeverolumen der Luft und dem anfallenden Wasser bestimmt sich die Konzentration des Wassergehaltes an jeder Stelle im Raum. Die relative Luftfeuchte  $\varphi$  gibt daher auch das Verhältnis der vorhandenen Wasserdampfkonzentration  $c$  zur maximal möglichen Konzentration  $c_s$  an.

$$\varphi = c / c_s = p / p_s \quad (1)$$

Im Carrier-Diagramm (Abb. 1) stellt die Kurve  $\varphi = 100\%$  die Sättigungsfeuchte dar.

Ist die Menge des vorhandenen Wasserdampfes grösser als diese Sättigungsmenge, die Luft also übersättigt, so kann der Überschuss nicht mehr in der Luft als gelöster Wasserdampf verbleiben. Dieser Überschuss bildet feine Tröpfchen, die als Nebel oder Wölken in Erscheinung treten. Nachdem kein stauendes Grundwasser vorliegt, muss dieser Lastfall eintreten, damit Wasser in Tropfenform vorhanden sein kann.

Die in einem Medium aufnehmbare Feuchtigkeit hängt auch von der Temperatur des Mediums ab (Abb. 1). Für den hier diskutierten Fall der Bodenplatte eines Gebäudes über dem Untergrund verliert allerdings der Einfluss der Temperatur an Bedeutung. Die Temperatur des Erdreichs liegt bei  $7 \leq \vartheta \leq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Nachdem aus der Bodenfeuchte entsprechend den Voraussetzungen der Norm Wasser in Tropfenform entstehen soll, muss entweder die Temperatur an der Unterseite der Bodenplatte kleiner als die des Erdstoffes sein ( $\vartheta = 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) oder die Konzentration aus der Bodenfeuchte muss übersättigt sein.

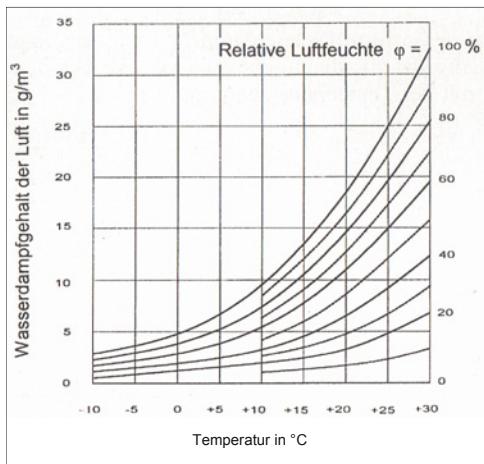


Abb. 1: Carrier-Diagramm

### 2.3.1 Temperatur an der Unterseite der Bodenplatten

Die Nutzung der Gebäude ist stark unterschiedlich. „Normklima“ schreiben bei den statistischen Nachweisen der thermischen Bauphysik („Wärmeschutznachweis“) Temperaturgrenzen vor, die über denen des Erdstoffs liegen. Betonplatten können theoretisch zu jeder Jahreszeit und bei allen Klimaten betoniert werden. Allerdings sind die Herstellungsmethoden bei freier, kalter Baustelle und gefrorenem Erdreich teilweise äußerst unwirtschaftlich. Daher ist die Temperatur an der Unterseite der Bodenplatte zum Zeitpunkt der Errichtung höher als die des Bodens. In der Konsequenz ergibt sich, dass die Temperatur in der Grenzfläche zwischen Erdstoff/Tragschicht und Folie bzw. Betonbodenplatte immer höher ist als die des Erdstoffs selber. Bei ungesättigten Böden kann daher an der Unterseite der Folie kein Tauwasser ausfallen.

### 2.3.2 Übersättigter Erdstoff unterhalb der Bodenplatte

Nachdem eine Wasseranreicherung unterhalb der PE-Folie nicht aus Verminderung der Grenztemperatur stammen kann, müssen andere Wassertransporte notwendig sein, damit die Voraussetzung der Norm, es sei immer mit Wasser in Tropfenform an der Unterseite der Bodenplatte zu rechnen, Bestand haben kann. Hierzu wird als Argument herangezogen, dass das Wasser kapillar vom Grundwasserspiegel aufsteigt oder von dort nach oben diffundiert. Nachdem der Grundwasserspiegel immer vorhanden ist und die „Norm-Abdichtung“ kein flüssiges Wasser durchlässt, müsste es unter diesen Voraussetzungen zur Übersättigung des Erdstoffs in der Grenzregion zur Bodenplatte und damit zu Wasser in flüssiger Form kommen. Der Diffusions-transport durch die Abdichtungsbahnen selbst wird hierbei vernachlässigt, weil auch relativ diffusionsoffene Folien „regelgerecht“ sind und zur Anwendung empfohlen werden. Die Möglichkeit, dass Wasser rückstauend bis zur Unterkante der Bodenplatte reicht, wird definitionsgemäß für diesen Lastfall ausgeschlossen. Diese Annahmen sind jedoch nicht zutreffend.

## 2.4 Nicht stauendes Sickerwasser

Für die zur Diskussion stehenden Bodenplatten trifft dieser Lastfall nicht direkt zu. In den Boden einsickerndes Niederschlagswasser wird immer, der Schwerkraft folgend, nach unten bis zum Grundwasserspiegel fließen. Das vorhandene Gebäude bedeckt mit seiner Grundfläche Zonen ab, in denen der Erdstoff unterhalb der Gebäude nicht durch Oberflächenwasser belastet wird (Abb. 2).

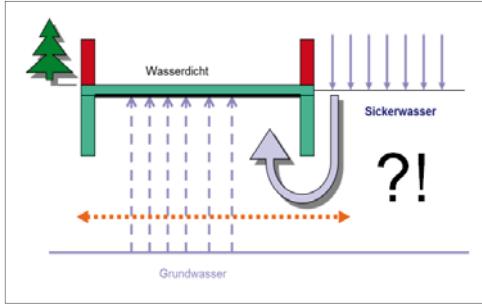


Abb. 2: Wasserfluss

Ein horizontaler Strom im Erdstoff unter dem Hallenboden aus Sickerwasser kann auftreten,

- a) wenn in wassergesättigten, feinporigen – also sandigen und bindigen – Böden elektrisch geladene Teilchen (Ionen) enthalten sind, die einem Spannungsgefälle ausgesetzt sind. Diese Form des Wassertransports wird mit „Elektroosmose“ oder auch „Elektrokinese“ bezeichnet;
  - b) wenn bei hoher relativer Bodenfeuchtigkeit unter dem Gebäude und starkem Regen eine laminare Unterströmung des Bauwerkes durch Sickerwasser entsprechend der Potentialtheorie berechnet und nach dem Runge'schen Netz konstruiert werden kann.

Bei fachgerechter Bauausführung sorgen die konstruktiven Elemente der kapillarbrechenden Schicht bzw. der Tragschicht unterhalb der Bodenplatte und die teilweise notwendige Dränage dafür, dass eine Wassersättigung direkt unter der Bodenplatte nicht auftreten kann, sodass sich eine Strömung nach dem Darcy'schen Gesetz nicht oder nur unvollständig ausbilden kann.

## 2.5 Diffusion im Erdstoff

Unter Diffusion wird das Wandern von freien Atomen, Molekülen oder Ionen verstanden, das durch die thermische Eigenbeweglichkeit dieser kleinen Teilchen verursacht wird (Brown'sche Molekularbewegung). Diffusionsvorgänge sind in drei verschiedenen Zustandsarten des Erdstoffes möglich: Wasserdampfdiffusion, Oberflächendiffusion und Lösungsdiffusion. Grundsätzlich findet ein Diffusionsvorgang von Bereichen höherer Wasserkonzentration hin zu Bereichen niedrigerer Wasserkonzentration statt (1. Fick'sches Gesetz):

$$m = - D \cdot \Delta c / \Delta x \quad (2)$$

Hierbei wird der Widerstand eines Stoffes gegen diesen Transport durch den Diffusionskoeffizienten  $D$  [  $\text{m}^2/\text{s}$  ] beschrieben. Für den Erdstoff wird die Bestimmung des Diffusionskoeffizienten schwierig, weil alle drei Transportmedien (Feststoff, Wasser, Luft) einen starken Einfluss ausüben. Durch die Struktur des Korngefüges erhöht sich die Diffusionsstrecke, was durch den Tortuositätsfaktor  $\tau$  beschrieben wird. Gleichzeitig wird der Fließquerschnitt gegenüber dem Luftraum durch die Anteile des Feststoffes und des Bodenwassers verringert. Allerdings wird der Wert des Faktors noch sehr unterschiedlich angegeben, weil er sich nicht direkt bestimmen lässt. Für den Erdstoff kann jedoch in diesem Falle erleichternd davon ausgegangen werden, dass die Temperatur nahezu konstant ist.

Diese Betrachtungen des Diffusionstransports gelten grundsätzlich für alle Stoffe, also sowohl für die Erdstoffe der Gründungssohle und des Tragschichtaufbaus als auch für die Baustoffe Folie und Betonplatte. Voraussetzung für den Diffusionstransport ist ein Konzentrationsunterschied. Wäre der Erdstoff ständig und überall einer gleichbleibenden Konzentration unterworfen, würde keine Diffusion erfolgen. Die Sättigung der Porenluft im Erdstoff liegt generell nahe 100 %. Sie sinkt jedoch zur freien Oberfläche hin ab. Deshalb kann bei einem Bauwerk ohne Unterkellerung davon ausgegangen werden, dass der Erdstoff unterhalb der Bodenplatte nicht wassergefüllt ist. Offensichtlich wird die Wasserkonzentration durch den Einbau einer kapillarbrechenden Schicht unterhalb der Bodenplatte noch weiter verringert.

Kommt es wegen der abschirmenden Wirkung unterhalb der Gebäudegrundfläche nicht mehr zu einer Wasserzufuhr im Erdstoff, so wird sich die Wasserkonzentration verringern. Daher kann eine Wasserzufuhr nur erfolgen durch einen

- horizontalen Diffusionsstrom aus dem Konzentrationsunterschied aus den seitlichen, feuchteren Bereichen und
- einen vertikalen Diffusionsstrom vom Grundwasserspiegel aus (2.5.2).

### 2.5.1 Horizontaler Diffusionsstrom

Die mathematische Beschreibung der Diffusion über Absolutangaben ( $\varphi$ ) gelingt im Erdstoff nicht umfassend, weil der Erdstoff an jeder Stelle eine andere Zusammensetzung haben kann. So hat Klopfer [5] beschrieben, dass die reine Wasserdampfdiffusion nur in ruhender Luft stattfindet, während in einem Feststoff Effusion-, Lösungs- und Dampfdiffusion und sogar Flüssigwassertransport denkbar sind. Diese können die Größe der Diffusionswiderstandszahl wesentlich beeinflussen. Nach der von Zischak [12] zitierten Potentialtheorie nach Buckingham zur Beschreibung des Bodenwasserhaushaltes ergibt sich – kurzgefasst – auch, dass die Bewegung immer von Stellen des höheren Potentials zu denen niedrigeren Potentials erfolgt. Einschränkend wird jedoch darauf hingewiesen, dass deshalb nicht automatisch ein Wasserfluss vom nassen zum trockenen Bereich verläuft, weil die anderen Teilpotentiale in Bodenkompartimenten mit geringerem Wassergehalt ein höheres Gesamtpotential erzeugen können, weshalb sich die Richtung umkehren kann. Daher wird der horizontale Diffusionstransport nicht zu vernachlässigen sein. Treten jedoch örtlich bedingt noch Versiegelungen des Erdstoffes durch Gestaltungen der Oberfläche um das Gebäude herum auf, so wächst die trockenere Zone an.

## 2.5.2 Vertikaler Diffusionsstrom

Von einer freien Wasseroberfläche verdunstet Wasser in die Luft. Im Erdstoff wird keine maßgebende Luftströmung stattfinden, weshalb der geschwindigkeitsabhängige Einfluss zu Null wird. Weiter wird der Erdstoff unterhalb von Bauwerken ähnlich dem eines geschlossenen Raumes betrachtet werden können. Klopfer [5] gibt für die Übergangswiderstände in Abhängigkeit von der Temperaturdifferenz zwischen Wasseroberfläche und Raumlufttemperatur Werte zwischen  $1.1 - 1.5 \cdot 10^{-4}$  an. Untersuchungen in Hallenbädern zeigen jedoch, dass die Wasserverdunstung in geschlossenen Räumen deutlich geringer ist als an der freien Luft. Biasin und Krumme ermitteln Koeffizienten  $a$  von  $\Delta p$ , die kleiner oder maximal gleich  $1.0 \cdot 10^{-4}$  sind und damit wesentlich unter dem Wert des freien Wasserspiegels liegen. [13]

$$m = -0.055 + a \cdot 10^{-4} \Delta p \quad (3)$$

Weiter wird unterschieden, ob die Lufttemperatur kleiner, gleich oder grösser der Wassertemperatur ist:

$$\begin{aligned} \vartheta_L < \vartheta_W : \quad a &= 1.0 \\ \vartheta_L = \vartheta_W : \quad a &= 0.8 \\ \vartheta_L > \vartheta_W : \quad a &= 0.7 \end{aligned}$$

Überraschend ist die Schlussfolgerung aus der Gleichung (3), dass die Verdunstung erst einsetzt, wenn  $\Delta p$  einen bestimmten Wert überschreitet, weil eine Verdunstung erst einsetzen kann, wenn die Massenstromdichte positiv wird. Im Gegensatz zum Freispiegel ist in geschlossenen Räumen bei gleicher Temperatur vom Grundwasser und vom Porenvolumen ein Partialdruckunterschied von mindestens 688 Pa erforderlich:

$$\begin{aligned} \Delta p &= (m + 0.055)/a \cdot 10^4 \\ &= 0.055/0.8 \cdot 10^4 \\ &= \underline{\underline{688 \text{ Pa}}} \end{aligned} \quad (4)$$

Der Sattdampfdruck an der Wasseroberfläche bei  $\vartheta = 10^\circ \text{C}$  beträgt  $p_s = 1228 \text{ Pa}$ , so dass oberhalb der Wasseroberfläche ein Unterschied von maximal 540 Pa herrschen darf, um die Verdunstung in Gang zu setzen.

$$\begin{aligned} \text{erf } \Delta p &\geq 688 = 1228 - \underline{\underline{540 \text{ Pa}}} \\ \rightarrow \varphi &\leq 540 / 1228 = \underline{\underline{44\%}} \end{aligned}$$

Daraus ergibt sich, dass die relative Feuchtigkeit im Erdstoff oberhalb des Wasserspiegels mit nur maximal 44 % ungewöhnlich trocken sein muss, um eine Verdunstung vom Grundwasserspiegel in das Porenvolumen des Erdstoffs zu erreichen. Zusätzlich können sich Reduzierungen der relativen Luftfeuchtigkeit durch den Salzgehalt des Grundwassers und des Erdstoffs ergeben. Dieses Ergebnis deckt sich mit den Untersuchungen, dass ein Diffusionstransport in Luft nur bei relativ trockenem Porenvolumen stattfindet und mit der Erhöhung der Wassergehalte in den Poren abnimmt. Dann wird beim Erdstoff der kapillare Wassertransport wirksam.

Nachdem im ungestörten Bodensystem die Porenluft nahezu gesättigt ist, ist der Einfluss des Diffusionstransports in der Porenluft des Erdstoffs gering. Der konvektive Anteil am Gastransport liegt zwischen 10–20 % des gesamten Gastransportes im Erdstoff, der deshalb weit weniger ansteigt als der Diffusionstransport sinkt. Entfällt der Nachschub an Wasser durch die flächige Abdeckung der Oberfläche durch ein Gebäude, wird sich der Erdstoff unterhalb der Bodenplatte mit der Zeit so weit entfeuchten, bis ein Diffusionsvorgang einsetzen kann, wie in Abb. 3 dargestellt ist. Mit dem Abdecken der Gebäudegrundfläche beginnt die Austrocknung des Erdstoffs, der an der Geländeoberkante zuerst etwa Werte um  $\varphi = 70\%$  haben wird. Der Wert nimmt nach unten hin auf nahe  $\varphi = 100\%$  der Sättigung des Porenvolumens zu.

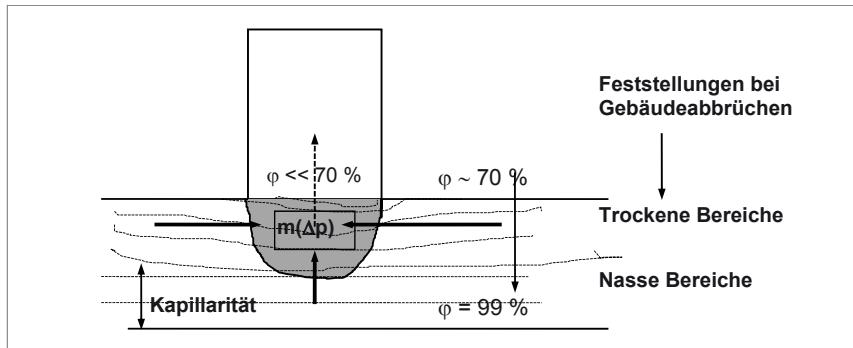


Abb. 3: Diffusionsbewegungen im Erdstoff

Entsprechend der Abbildung wird durch den Potentialunterschied zwischen dem umgebenden Raum und dem unterhalb des Gebäudes liegenden Erdstoff ein Diffusionstransport in die trockeneren Zonen erfolgen. Eine Feuchteproduktion innerhalb des Bereiches unterhalb des Gebäudes erfolgt nicht.

Je nach der Sperrwirkung der Folie wird ein Teil des Wassers in den Raum des Gebäudes entweichen können. Bei offenen Räumen würde sich deshalb immer hygrisches Gleichgewicht derart einstellen, das die Feuchtekonzentration innerhalb und außerhalb des Bereiches entsprechend der Umgebung gleich ist. Bei Erdstoffen wird jedoch dem Diffusionsstrom ein Widerstand entgegengesetzt, der zu Reduzierungen der Massenströme führt. Die natürlich gewachsenen Erdstoffe haben sich über die Jahrtausende bereichsweise laufend an die Umgebung angepasst. Die Eingriffe des Menschen haben ihr Übriges getan, sodass eine labormäßige Festlegung der Wasserdampfdurchlässigkeit von Erdstoffen nur an ausgewählten, auf die Örtlichkeit bezogenen Proben, möglich ist. Bei inhomogener Zusammensetzung des Erdstoffs einschließlich der Salzgehalte sowohl über die Fläche als auch über die Tiefe wird die Betrachtung weiter unbestimmt und ist vom der Örtlichkeit abhängig.

Nur wenn die Erdstoffe relativ zur Umgebung trockener sind, kann durch Diffusionstransport Feuchte nach oben und von der Seite in den Erdstoff unter dem Bauwerk gelangen. Trockene Böden werden bei konstanter Temperatur jedoch kein Tauwasser abgeben. Sobald die Erdstoffe feuchter werden, geht der Diffusionstransport zurück und vom Grundwasser wird kein Wasser mehr nach oben abgegeben.

In der Zusammenfassung ergibt sich, dass sich unterhalb des Gebäudes im Erdstoff ein hygrisches Gleichgewicht einstellen wird, dessen Feuchtegehalt jedoch wesentlich unter dem Sättigungsgrad liegt. Wenn unterhalb der Bodenplatte eine Diffusions sperre eingebaut wird, fehlt der ständige Wasserentzug aus dem Erdstoff, weshalb sich ein konstanter, trockener Bereich einstellen wird. Dampfbremsen lassen Wasser nach oben in das Gebäude oder nach unten in den Erdstoff entweichen, weshalb dann ein ständiger Potentialunterschied mit entsprechendem Wassertransport stattfinden wird. Dann wird der Feuchtigkeitsgehalt größeren Schwankungen unterworfen. Da die Temperatur in der Grenzschicht höher als die des Erdstoffs ist, wird kein Tauwasser ausfallen.

## 2.6 Kapillarer Wassertransport

Paul von Soos [14] hat in einer Abhandlung im Grundbautaschenbuch die Kapillarität der Böden ausführlich untersucht. Die sich rechnerisch ergebende kapillare Steighöhe im Rohr wird im Erdstoff jedoch nicht erreicht, weil sich die Durchmesser der Steigrohre ständig verändern. Eine völlige Porenwässerung wird durch druckloses Wasser nicht erreicht, weil Lufteinschlüsse erhalten bleiben. Sobald nur noch adsorbiertes Wasser und (unzusammenhängendes) Wasser in den Porenwinkeln (Haftwasser) vorhanden ist, kann keine kapillare Wasserströmung mehr stattfinden. Der Wassertransport kann jetzt nur durch Diffusion erfolgen.

Die konstruktiven Durchführungen auf den Baustellen liefern immer die Erfordernis einer „kapillarbrechenden Schicht“ aus Kiesen mit einer Mächtigkeit von mindestens 0,15 m. Daraus ist ersichtlich, dass nur dann kapillar nach oben befördertes Wasser die PE-Folie erreicht, wenn das Grundwasser direkt unter der PE-Folie ansteht. Daraus ergibt sich in der Zusammenfassung der Kapitel 2.5 und 2.6, dass sich unterhalb der PE-Folie ein trockener Bereich einstellt. Dieses Ergebnis deckt sich auch mit den Beobachtungen beim Abriss von Gebäuden. Hierbei wurde auch festgestellt, dass sich die Trockenheit im Erdstoff unterhalb der Bodenplatte um so mehr erhöht, je diffusionsdichter die Folie bzw. der gesamte Fußboden aufbau des Gebäudes ist. So stellte ein Gutachter bei einem Estrichschaden in einer Industriehalle fest, dass beim zweiten Ortstermin, der ein Jahr nach dem ersten Termin erfolgte, inzwischen die Aufschüttung der Estrichplatte auf Trennschichten zurückgegangen war [8], [15]. Auch bei dieser Konstruktion des Fußbodens fehlten die „DIN-gerechten“ Abdichtungsbahnen.

## 3 Konstruktionen der Bodenplatten

Der Aufbau von Bodenkonstruktionen gegen Erdreich ist prinzipiell gleich. Auf einen tragfähigen Untergrund wird eine Tragschicht aus Kies- und Schotterschichten mit und ohne Zement oder Stampfbeton aufgebracht, auf der dann der eigentliche Boden verlegt wird. Für den vorliegenden Fall wird als Boden eine bewehrte oder auch nicht bewehrte Betonplatte vorgesehen. Zwischen der Tragschicht, die auch als kapillarbrechende Schicht angesehen wird, muss eine Trennschicht aus PE-Folien eingebaut werden, um schon alleine die Eigenarten des abbindenden Betons zu berücksichtigen (Gleitschichten und Schutzschichten) [15]. Hierdurch ergibt sich automatisch eine Behinderung der Diffusion der Bodenfeuchte in und durch den Hallenboden. Ob diese Behinderung ausreicht, muss an Hand der vorgesehenen Nutzung der Räume oberhalb der Bodenplatte überprüft werden.

Die Folien werden durch Überlappung gestoßen, jedoch weder verklebt noch verschweißt, wie es bei den Folien nach DIN 18195 gefordert wird. Allerdings liegt auch keine Notwendigkeit vor, weil die dauerhaft wirkende Auflast der Betonplatte eine ausreichende Klemmwirkung auf die Überlappungen ausübt. Zweilagige PE-Folien mit Überlappungsstößen sind daher ausreichend.

Verbleibt nur noch die Frage, in wie weit die fertige Oberfläche des Bodenplatte trocken sein muss. Entsprechend der relativen Luftfeuchte an der Unterseite der PE-Folie wird eine ständige Weiterleitung des Wassers über Diffusion durch die Folie und die Betonplatte zur Oberkante der Bodenplatte erfolgen (Ziffer 2.5). Einen ersten Kennwert liefern die Diffusionswiderstandszahlen der Folien (Abb. 4). Hierbei zeigt sich, dass die PE-Folie selbst eine wesentlich größere Widerstandszahl aufweist, als die meisten Abdichtungsbahnen:

Folienart	Diffusionswiderstandszahl $\mu$	äquivalente Luftschichtdicke $s_d$
PE-Folie	100.000	$2 \times 0,0002 \rightarrow 40 \text{ m}$
Bitumenbahn G 200 S4	i. M. 30.000	0.004 $\rightarrow 120 \text{ m}$
kaltselbstklebende Bitumendichtungsbahn	2.000–80.000	0.004 $\rightarrow 8 \text{ m}$
Kunststoff- und Elastomere-Dichtungsbahn	PVC weich: 10.000–25.000	0.0012 $\rightarrow 12 \text{ m}$
Bitumendampfsperrscherweißbahn G 200 S4 AL0.1	500.000	0.004 $\rightarrow 2.000 \text{ m}$
Bitumenmatrix	22.000	0.003 $\rightarrow 66 \text{ m}$
Asphaltmastix	40.000	0.003 $\rightarrow 120 \text{ m}$
Ethylencopolymerisat-Bitumen ECB-Bahnen	35.000–100.000	0.004 $\rightarrow 140 \text{ m}$
„Estrichfolie“	25.000	0.0012 $\rightarrow 30 \text{ m}$
PVC Folien	20.000–50.000	0.0001 $\rightarrow 2 \text{ m}$
Polyisobutylen PIB-Bahnen	400.000–1.750.000	0.0012 $\rightarrow 480 \text{ m}$
<b>Normalbeton</b>	<b>70–150</b>	<b>0.200</b> $\rightarrow 14 \text{ m}$

Abb. 4: Übersicht über gängige Folien [3]

Nachdem jedoch die Wirksamkeit der Sperrsicht auch von der Dicke der Schicht abhängt, wird deutlich, dass bei der äquivalenten Luftschichtdicke die PE-Folie trotz ihrer geringen Dicke gegenüber einigen DIN-gerechten Stoffen Werte in der gleichen Größenordnung liefert. Auch die Abdichtungsstoffe nach DIN 18195 behindern die Diffusion von Wasserdampf teilweise nur unwesentlich, weil eine sperrende Wirkung erst ab  $s_d > 1.500 \text{ m}$  angesetzt werden kann. Werte ab 0,5 m wirken nur dampfbremzend [6].

PE-Folien und normale Abdichtungsbahnen besitzen größenordnungsmäßig die gleiche Diffusionshemmung. Nachdem also keine Abdichtung gegen flüssiges Wasser erforderlich ist, kann nicht erkannt werden, weshalb die PE-Folien als Abdichtung gegen Bodenfeuchte in Teil 4 der Norm nicht aufgeführt sind.

Somit reduziert sich das Problem darauf, in wie weit die Oberfläche der Bodenplatte innerhalb des Gebäudes trocken sein muss. Ist die Abführung der Feuchte gegeben, wird keine gesundheitlichen Beeinträchtigungen der Menschen auftreten.

## Fazit

Durch das Fehlen von Wasser in Tropfenform ist nicht ersichtlich, weshalb verschweißte Abdichtungen in DIN 18195-4 vorgeschrieben sind. Überlappende Stöße von PE-Folien sind wegen die ständigen Auflast aus der Bodenplatte ausreichend.

Die Sperrwirkung der nackten PE-Folien und der einfachen Bitumen- und PVC-Bahnen gegen Diffusion von Wasser aus der Bodenfeuchte sind größenordnungsmäßig gleich. Bei einigen Bahnen ist die der PE-Folien sogar grösser als die der regelgerechten Abdichtungsbahnen. Die Gründe für eine Nichterwähnung der PE-Folien in DIN 18195-4 ist nicht ersichtlich.

Wenn diffusionsdichte Abdichtungen auf Grund der Einhaltung der zugesicherten Eigenschaften oder der Gebrauchsfähigkeit erforderlich werden, sind weder einfache PE-Folien noch einfache Bitumen- oder PVC-Bahnen ausreichend. Einschränkungen bei den „DIN-gerechten“ Abdichtungsbahnen werden jedoch in der DIN 18195-4 nicht gemacht.

Die Anwendung der PE-Folien ist nicht geregelt. Es sind vertragliche Vereinbarungen, verbunden mit einer ausreichenden Aufklärung des Vertragspartners erforderlich. Mängel aus fehlenden zugesicherten Eigenschaften oder eingeschränkter Gebrauchsfähigkeit sind bei Einhaltung der geschilderten Bedingungen nicht zu erwarten.

Der vielfach geäußerte Verdacht, dass Lobbyisten die fachlichen Aussagen von DIN-Normen verfälschen, kann auch in diesem Fall leider nicht entkräftet werden. Die Notwendigkeit der mit maßlosen Kosten belasteten Beschaffung des Regelwerks DIN 18195 sollte kritisch überprüft werden. Zu den allgemein anerkannten Regeln der Technik kann dieses Regelwerk wohl nicht gerechnet werden.

## Literatur

- [1] DIN 18195: 2000-08: Bauwerksabdichtungen; mit den Teilen 1–6.
- [2] ATV DIN 18336 VOB/C: 2010-4-12; Abdichtungsarbeiten.
- [3] Forschungsbericht der Hinz BauConsult GmbH zum gleichen Thema; 200001-08.
- [4] Schwammborn: Einhaltung der a.a.R.d.T. als Ersatz – Leistungsmaßstab, BauR 1998, 482 ff.
- [5] Lutz/Jenisch/Klopfer/Freymuth/Krampf/Petzold: Lehrbuch der Bauphysik Teubner Verlag 1997.
- [6] DIN 4108: Wärmeschutz im Hochbau.
- [7] Energieeinsparverordnung 2009.
- [8] Josef Steiner: Fachbeitrag über Industriefußböden, Deutsches Ingenieureblatt, April 1994.
- [9] Pfefferkorn/Steinhilber: Ausgedehnte fugenlose Stahlbetonbauten; Beton Verlag 1990.
- [10] Cziesielski/Schrepfer: Schäden an Industrieböden; Band 4 Schadenfreies Bau- en IRB Verlag.
- [11] DIN 4095; Baugrund; Dränung zum Schutz baulicher Anlagen; Planung, Be- messung und Ausführung.
- [12] R. Zischak: Alternatives Oberflächenabdichtungssystem „Verstärkte mineralische Abdichtung mit untenliegender Kapillarsperre“ Schriftenreihe Angewandte Geologie Karlsruhe 1997.
- [13] Biasin/Krumme: Die Wasserverdunstung in einem Innenschwimmbad, Elektrowärme; Heft 32 (1974).
- [14] Paul von Soos: Grundbautaschenbuch S. 146.
- [15] Betonböden im Industriebau, Schriftenreihe der Bauberatung Zement.



**Hinz, Dietrich**

Dipl.-Ing. (Univ.)

Studium des Bauingenieurwesens an der TU Karlsruhe, Mitarbeit am Lehrstuhl Prof. Dr.-Ing. Franz (Materialforschung, Spanngliedprüfungen)

Stellvertretender Leiter eines der Konstruktionsbüros eines international tätigen Bauunternehmens, Mitwirkung an der Entwicklung des Stahlbeton-Fertig- teilsystems für den Hochbau der Bauunternehmung

Prüfingenieur und Sachverständiger eines Prüfamtes für Baustatik

seit 1980: Beratender Ingenieur für Baukonstruktion, Tragwerksplanung, Bauphysik, Brandschutz, Bauüberwachung, FM-Beratung, Energieberater (941119 dena, 105362 BAFA); Bausachverständiger (WEA) für Schäden an Gebäuden und Honorar- und Vertragsfragen, (Liste: IHK Passau), Bau- physik, Brandschutz, Mediator, Mitglied in nationalen und internationalen Schiedsgerichten

Zusatzausbildung im Baurecht, in der Bauphysik, im FM-GM

# Feuchteschutz von Flachdächern in Holzbauweise unter Berücksichtigung von konvektionsbedingten Feuchteinträgen gemäß Holzschutznorm DIN 68800-2

Hartwig M. Künzel

## 1 Einleitung

Feuchte ist direkt oder indirekt für einen Großteil der Schäden an Gebäuden verantwortlich. Allerdings ist es häufig nicht klar, welche Ursache zu einem bestimmten Schadensbild führt, vor allem wenn verschiedenen Vorgänge in Frage kommen. Ein wirksamer Feuchteschutz ist nur dann zu gewährleisten, wenn alle möglichen Schadensursachen und deren Randbedingungen berücksichtigt werden. Ein Beispiel für eine oft vernachlässigte Schadensursache ist die Dampfkonvektion, d. h. das Einströmen feuchter Raumluft in ein Bauteil. Im Gegensatz zur Dampfdiffusion entzieht sie sich einer einfachen rechnerischen Beurteilung und wurde deshalb in der Regel nicht betrachtet. Die Folge sind zahlreiche Feuchteschäden an Holzkonstruktionen, die die diffusionstechnischen Anforderungen nach DIN 4108-3 [1] zwar erfüllt hatten, aber keine Austrocknung von ungeplant eindringender Feuchte zuließen. Wider besseres Wissen wurde lange so getan als wären die Bauteile absolut luftdicht was leider so gut wie nie der Fall ist.

Mit der Neufassung der DIN 68800-2 ist es erstmals gelungen, die Auswirkung von Dampfkonvektionsvorgängen in Bauteilen ansatzweise zu berücksichtigen. Dabei geht es nicht um die genaue Abbildung von Strömungsprozessen, sondern um ein Abschätzen der konvektiven Befeuchtung von gemäß dem Stand der Technik ausgeführten Leichtbauteilen während der Heizperiode. Die Hintergründe, Annahmen und Voraussetzungen für die Dampfkonvektionsansätze, die den Annahmen in dieser Norm zugrunde liegen, werden im Folgenden zusammengefasst und die feuchteschutztechnischen Konsequenzen anhand einiger Anwendungsbeispiele dargestellt.

## 2 Feuchtechnische Beurteilung von Baukonstruktionen

Die derzeit gültige und bauaufsichtlich eingeführte Norm für die Feuchteschutzbeurteilung von Außenbauteilen ist die DIN 4108-3 [1]. Neben Hinweisen zum Schlagregenschutz wird in dieser Norm ausschließlich der Schutz von Bauteilen vor winterlichem Tauwasser behandelt. Vorausgesetzt wird, dass keine Rohbaufeuchte in der Konstruktion vorhanden ist, was in der Realität nur selten der Fall ist. Ebenfalls nicht berücksichtigt werden sog. sommerliche Umkehrdiffusionsprozesse, bei denen Wasserdampf von außen in ein Bauteil eindringt und kondensiert. Das vor allem in den skandinavischen Ländern und in Nordamerika gefürchtete Phänomen tritt auf, wenn die Sonne auf ein regennasses Bauteil scheint und dieses erwärmt. Die feuchtechnische Beurteilung von Bauteilen beschränkt sich in der DIN 4108-3 also auf die

reine Dampfdiffusion unter winterliche Bedingungen. Dazu wird das in den 50er Jahren entwickelte Glaser-Verfahren eingesetzt, das mit stationären Randbedingungen arbeitet. Es vernachlässigt alle wärme- und feuchtetechnischen Speicherphänomene sowie den Feuchtttransport durch Kapillarleitung. Daher ist es für viele Anwendungen entweder nur bedingt geeignet oder von beschränkter Aussagekraft, d. h. Bauteile, die nach der Glasmethode versagen, können in der Realität funktionieren und auch umgekehrt.

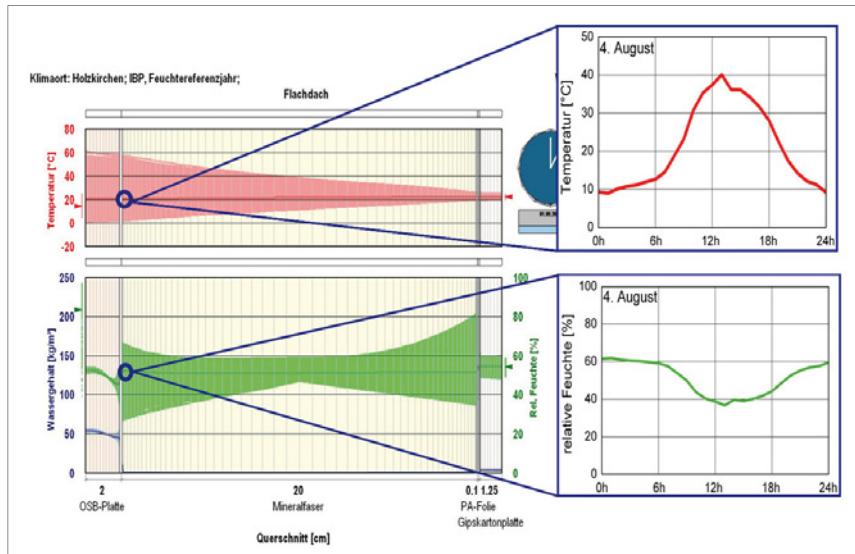


Abb. 1: WUFI®-Simulation – Beobachtung der instationären Temperatur- und Feuchteverhältnisse im Bauteilinneren, die sich als Reaktion auf die klimatischen Randbedingungen einstellen.

Bereits seit vielen Jahren sind Verfahren zur instationären Berechnung des Wärme- und Feuchtttransports in Bauteilen dem Praktiker verfügbar. Sie bieten u.a. den Vorteil, die Temperatur- und Feuchteverhältnisse in Bauteilen quasi sichtbar und für den Anwender nachvollziehbar zu machen (Abb. 1). Die steigende Anzahl von einschlägigen Fachveröffentlichungen zeigt, dass diese Verfahren zunehmend eingesetzt werden. Wegen der bereits erwähnten Einschränkungen der stationären Dampfdiffusionsbetrachtungen nach Glaser wird in der DIN 4108-3 [1] zur Beurteilung von Sonderfällen, wie z. B. begrünten Dachkonstruktionen oder zur Berechnung der Austrocknung von Rohbau- oder eingedrungener Regenfeuchte sowie bei außergewöhnlichen Klimabedingungen, auf diese instationären hygrothermischen Berechnungsmodelle verwiesen. Seit 2007 existiert mit der DIN EN 15026 [2] eine europäische Norm, die diese Modelle und ihre Anwendung regelt. Diese Norm bildet die Grundlage für die instationäre Feuchteschutzbeurteilung von Baukonstruktionen durch die Betrachtung der sich unter natürlichen Klimabedingungen innerhalb eines Bauteils einstellenden Temperatur und Feuchteverhältnisse.

Um den Anforderungen der Norm gerecht zu werden, muss ein Rechenmodell folgende Speicher- und Transportphänomene erfassen:

- Wärmespeicherung des trockenen Baustoffes und des darin enthaltenen Wassers,
- Wärmetransport durch feuchteabhängige Wärmeleitung,
- Wärmeübertragung durch Dampfdiffusion (Latentwärmeeffekte),
- Feuchtespeicherung durch Wasserdampsorption und Kapillarkräfte,
- Feuchtetransport durch Wasserdampfdiffusion,
- Flüssigtransport durch Oberflächendiffusion und Kapillarleitung.

Als Randbedingungen sind folgende Klimaparameter zu berücksichtigen:

- Raum- und Außentemperatur,
- raum- und außenseitige Luftfeuchte,
- kurz- (Sonnenstrahlung) und langwellige Strahlung,
- Niederschlag und Wind.

Die Beurteilung der Ergebnisse von Simulationsberechnungen erfordert einschlägige Erfahrung. Ähnlich wie bei der Beurteilung nach Glaser kommt es darauf an, dass sich in der Konstruktion langfristig kein Wasser ansammelt. Deshalb wird zunächst der Verlauf des Gesamtwassergehalts analysiert. Anschließend werden die hydrothermischen Verhältnisse in den einzelnen Materialschichten sowie an den Oberflächen und Materialgrenzen betrachtet. An den raumseitigen Oberflächen sowie im Bereich von Luftsichten in den wärmeren Bereichen eines Bauteils besteht die Gefahr von Schimmelpilzbildung, wenn die über einen Monat gemittelte relative Luftfeuchte über 80 % ansteigt. Zur Beurteilung der Wassergehalte in den einzelnen Schichten ist ein Vergleich mit den Grenzwassergehalten für die einzelnen Baustoffe – falls vorhanden – zweckmäßig. Bei Holz- oder Holzwerkstoffen wird meist eine Grenze von 20 M.-% bzw. 18 M.-% angenommen. Holzfäule beginnt allerdings erst bei Fasersättigung (25–30 M.-%). Für die meisten mineralischen Baustoffe gibt es eine solche Grenze nicht. Hier müssen andere Überlegungen angestellt werden, wie z. B., dass die Feuchte in potentiell frostempfindlichen Materialien, nicht über einen kritischen Wert ansteigen soll.

### 3 Instationäres Temperatur- und Feuchteverhalten von Bauteilen

Die Gebäudehülle bildet eine hydrothermische Grenze zwischen dem Innenraum- und dem Außenklima. Sie schützt das Gebäudeinnere vor der natürlichen Witterung und dämpft die Auswirkungen der äußeren Temperatur- und Feuchtebedingungen. Während Raumlufttemperatur und -feuchte eher kleinen tages- und jahreszeitlichen Veränderungen unterworfen sind, kann z. B. die Außenoberflächentemperatur von Dächern im Tag-Nacht-Rhythmus um bis zu 70 K schwanken. Dabei kommt der Hauptenergieeintrag während des Tages von der solaren Einstrahlung (Abb. 2, links). Einen Teil dieser Energie verliert die Oberfläche wieder über die langwellige Abstrahlung. Dazu kommt ein Energieaustausch durch Konvektion. Ist die Außenoberfläche feucht, finden außerdem Trocknungsvorgänge statt, die zusätzlich Wärme über Verdunstung entziehen. In die Konstruktion wird Wärme geleitet und es bildet sich ein Temperaturgradient von außen nach innen, der ein ebensolches Dampfdruckgefälle zur Folge hat, sodass Wasserdampf in Richtung Innenseite wandert.

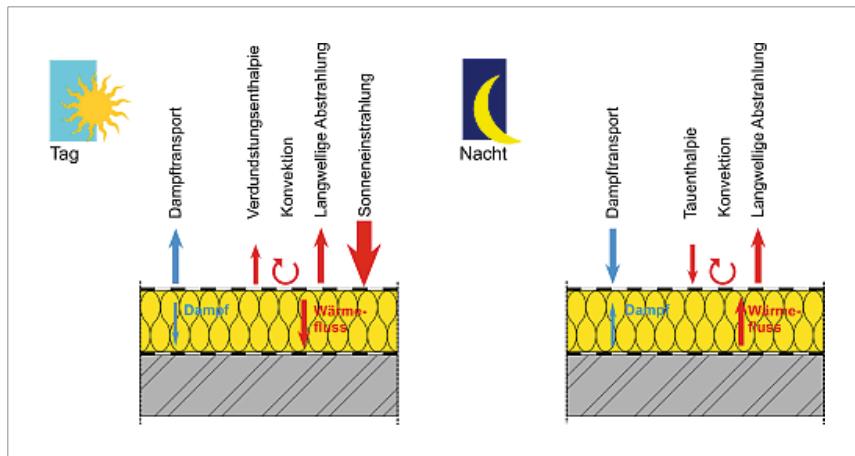


Abb. 2: Instationär auf eine Flachdachoberfläche einwirkenden Klimafaktoren am Tag und in der Nacht sowie deren Auswirkungen auf den Wärme- und Feuchttetransport im Bauteilinneren.

Während der Nacht drehen sich diese Vorgänge um (Abb. 2 rechts). In klaren Nächten ist die Energiesenke durch langwellige Abstrahlung so groß, dass es häufig zu einer Abkühlung der Oberflächentemperatur unter die Außenlufttemperatur kommt. Wird dabei die Taupunkttemperatur der Außenluft erreicht – was bei hoch gedämmten Konstruktionen regelmäßig der Fall ist – fällt Tauwasser aus. Durch die Abkühlung der Außenoberfläche dreht sich auch in der Konstruktion die Wärme- und Wasserdampftransportrichtung um.

### 3.1 Feuchtequellen

Häufig wird Feuchteschutz ausschließlich mit dem Schutz vor Dampfdiffusion aus dem Raum (Tauwasserschutz) gleichgesetzt. Übersehen wird dabei, dass es daneben auch noch andere Feuchtequellen gibt, wie z. B.

- Tauwasser infolge von einströmender Raumluft im Winter,
- Sorptionsfeuchte bzw. Wassereintrag vor oder während der Bauphase (Baufeuchte),
- eindringendes Niederschlagswasser.

Um Bauteile vor Tauwasser durch Feuchte aus dem Raum zu schützen, wird häufig auf der Warmseite eine möglichst dichte Dampfsperre angebracht. Gerade bei Bauteilen, die auch außen dampfdicht sind, wie z. B. unbelüftete Flachdächer, kann dies problematisch sein. Eine Vielzahl von schadhaften Holzdachkonstruktionen [3, 4] haben in den letzten Jahren die Probleme der bisherigen Feuchteschutzbeurteilung nach DIN 4108-3 [1] mehr ins Bewusstsein gerückt. Dabei hat sich gezeigt, dass Feuchte aus dem Raum nicht nur infolge Dampfdiffusion, sondern auch durch Konvektion in die Konstruktion gelangen kann. Eine Dampfsperre hilft an dieser Stelle alleine wenig – im Gegenteil, sie kann sogar nachteilig sein, weil sie eine mögliche

Austrocknung der Feuchte im Sommer stark behindert. Die Praxiserfahrung zeigt, dass ein gewisser Feuchteeintrag durch Luftkonvektion vor allem bei Leichtbaudächern kaum zu vermeiden ist [5]. Dies sollte bei der feuchtetechnischen Bemessung berücksichtigt werden, z. B. indem man das Feuchteverhalten der Konstruktion durch eine hydrothermische Simulation analysiert oder bei der Dampfdiffusionsberechnung nach Glaser eine Trocknungsreserve (s. u.) vorhält.

### 3.2 Feuchteeintrag durch Dampfkonvektion

Luftströmungen durch Bauteile entstehen durch Luftdruckunterschiede zwischen dem Innenraum und der Außenluft. Allerdings sind sie nur dann ein Problem, wenn sie soviel Feuchte mit sich führen, dass es zur Tauwasserbildung auf der Kaltseite des Bauteils kommt. Ein Überdruck im Gebäude, z. B. verursacht durch den thermischen Auftrieb im Winter (Abb. 3), ist deshalb ungünstig. Der thermisch bedingte Überdruck steigt proportional mit der Höhe des zusammenhängenden Luftraums und der Temperaturdifferenz zwischen innen und außen. Hohe Gebäude sind deshalb potentiell stärker von konvektionsbedingten Problemen betroffen als niedrige. Die Druckdifferenz infolge Thermik am Flachdach eines zweigeschossigen Einfamilienhauses beträgt beispielsweise im Winter etwa 2,5 Pa. Durch Wind oder durch mechanische Lüftungsanlagen können noch deutlich größere Druckdifferenzen entstehen. Allerdings liegen diese Drücke i. d. R. nicht permanent an, wenn man davon ausgeht, dass eine kontinuierliche Wohnraumlüftung druckneutral arbeitet und hier nur diskontinuierlichen Abluftvorrichtungen, z. B. in Küche oder Bad, zu berücksichtigen sind.

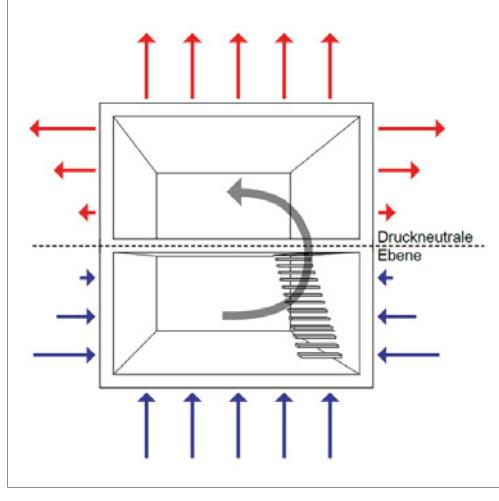


Abb. 3: Druckdifferenzen über der Gebäudenhülle infolge von thermischen Auftriebskräften bei einem zweigeschossigen Gebäude.

Auch nach dem Stand der Technik luftdicht ausgeführte Konstruktionen sind nicht völlig frei von Fehlstellen. Ein geringer Feuchteeintrag durch Dampfkonvektion ist in der Praxis nie ganz zu vermeiden. Da nicht genau bekannt ist, wie viel Feuchte tatsächlich durch Dampfkonvektion ins Bauteil gelangt, etabliert sich zunehmend das

Vorhalten einer Trocknungsreserve als feuchtetechnisches Bemessungsprinzip für Flachdächer in Leichtbauweise. Das bedeutet, dass eine Konstruktion in Bezug auf die Dampfdiffusion nur so dicht wie nötig, gleichzeitig aber so diffusionsoffen wie möglich auszuführen ist. Dadurch soll erreicht werden, dass auch die Feuchte austrocknen kann, die nicht durch Dampfdiffusion, sondern auf andere Weise ins Bauteil gelangt. In der Neufassung der deutschen Holzschutznorm DIN 68 800-2 [6] wird für die Bemessung von Flachdächern in Holzbauweise eine Konvektionstauwassermenge von 250 g/m<sup>2</sup> bei der Dampfdiffusionsberechnung angesetzt. Damit ein solches Bauteil den Feuchteschutznachweis nach DIN 4108-3 [1] besteht, muss also die errechnete Verdunstungsmenge mindestens um die Trocknungsreserve von 250 g/m<sup>2</sup> größer sein als die diffusionsbedingte Tauwassermenge. Ähnlich soll gemäß dieser Norm bei der hygrothermischen Simulation vorgegangen werden. Ein darauf aufbauender Ansatz zur Berücksichtigung des konvektiven Feuchteintrags in Abhängigkeit von den instationären Randbedingungen ist in [7] genauer erläutert und wird hier kurz zusammengefasst.

### 3.3 Luftströmungswege durch Bauteile

Mit Hilfe einer Gebäudedichtheitsprüfung (Blowerdoor-Messung) können die Undichtheiten der Gebäudehülle quantifiziert werden. Allerdings stellt nicht jede Fuge oder durchströmbarer Fehlstelle im Bauteil ein feuchtetechnisches Problem dar. Abb. 4 zeigt beispielhaft zwei Strömungskanäle durch die Gebäudehülle, deren Auswirkungen auf den Feuchtehaushalt im Bauteil sehr unterschiedlich sind. Der linke Kanal stellt eine typische Situation für Anschlussbereiche dar, wo die Raumluft auf relativ geradem Weg von innen nach außen strömt. Dabei nimmt sie im Normalfall so viel Wärme mit, dass es nicht zur Tauwasserbildung kommt. D. h., die Temperatur im Strömungskanal bleibt überall über der Taupunkttemperatur der Raumluft, so dass es zu keiner konvektionsbedingten Befeuchtung kommt. Solche Leckagen sind die energetischen Schwachstellen („Wärmeleckagen“) der Gebäudehülle. Sie machen den Hauptanteil aller Leckagen aus, spielen jedoch für die Befeuchtung der Konstruktion infolge Dampfkonvektion eine untergeordnete Rolle.

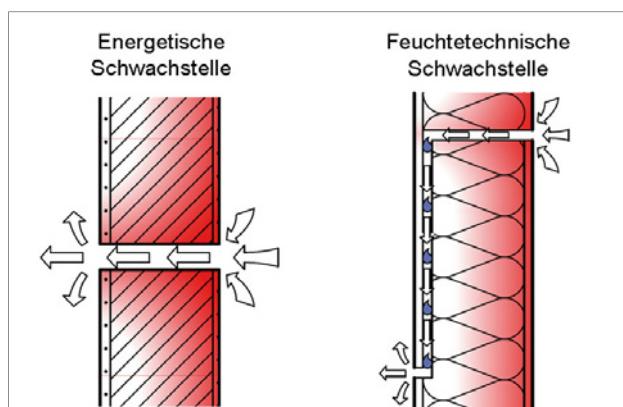


Abb. 4: Strömungskanäle in Bauteilen – links ein von innen nach außen gerade durchgehender Kanal („Wärmeleckage“) und rechts ein enger und im Kaltbereich längerer Kanal („Feuchteleckage“), in dem sich die Luft soweit abkühlt, dass Tauwasser ausfällt.

Anders sieht es bei engen und verwundenen Strömungskanälen im Bauteilinneren aus, wie in der rechten Grafik von Abb. 4 angedeutet. Dort strömt die Raumluft langsam auf Umwegen nach außen und kühlt sich dabei soweit ab, dass ein Teil des mitgenommenen Wasserdampfes in der kälteren Zone des Bauteils als Tauwasser ausfällt. Nur solche Leckagen sind feuchtetechnisch bedeutsam und müssen in einem Dampfkonvektionsmodell berücksichtigt werden.

In Mitteleuropa liegt die Feuchtekonzentration im Innenraum (und damit auch der Wasserdampfpartialdruck) meist deutlich über der der Außenluft. Lediglich bei hohen Temperaturen und gleichzeitigen Niederschlägen können sich diese Verhältnisse kurzfristig umkehren. Eine nennenswerte Durchströmung von undichten Bauteilen findet nur statt, wenn die Druckverhältnisse dies ermöglichen, also z. B. bei Winddruck von außen oder bei größeren Temperaturdifferenzen zwischen innen und außen durch thermischen Auftrieb. Während eine Durchströmung von außen eher zu einer Trocknung des Bauteils beiträgt, kann eine Durchströmung von innen zu einer nennenswerten Feuchtezufluss führen, wenn entlang des Strömungswegs die Taupunktemperatur unterschritten wird. Befeuchtungsrelevant sind also nur Zeiträume mit kalten Außenlufttemperaturen, wenn gleichzeitig ein Luftdruckgefälle von innen nach außen vorliegt.

### 3.4 Dampfkonvektionsmodell

Für das instationäre Dampfkonvektionsmodell ist zunächst die Festlegung einer potentiellen Tauwasserzone notwendig. D. h., es muss vor der Berechnung überlegt werden, bis zu welcher Position in der Konstruktion eine Durchströmung im Falle von Undichtheiten möglich ist, z. B. bis zur äußereren Beplankung des Bauteils. Eine Befeuchtung wird im Modell vereinfachend nur dann berücksichtigt, wenn im Durchströmungsbereich die Taupunktemperatur des Innenraumklimas unterschritten wird – sich also an der betreffenden Position Kondensat bilden würde. Eine Erhöhung der Sorptionsfeuchte infolge einer durch die Konvektion bedingten Zunahme der Luftfeuchte unterhalb von Tauwasserbedingungen wird hierbei aufgrund der geringeren Mengen und der aufwändigen Berechnung vernachlässigt. Ebenfalls vernachlässigt wird die Kondensationswärme, die sich beim Ausfallen des Tauwassers ergeben würde. Im Falle einer Unterschreitung der Taupunktemperatur in der Durchströmungsebene wird der aus der Temperaturdifferenz resultierende auftriebsbedingte Überdruck im Innenraum ermittelt.

Unter der Annahme, dass sich in den kleinen befeuchtungsrelevanten Strömungskanälen eine laminare Luftströmung ausbildet ergibt sich daraus für den leckagebedingten Volumenstrom  $q_{CL}$  ( $CL$  = component leakage) im oberen Bereich der Gebäudehülle:

$$q_{CL} = k_{CL} \cdot \Delta P \quad (1)$$

mit:

$q_{CL}$	$[\text{m}^3/\text{m}^2\text{h}]$	Luftvolumenstrom durch die Feuchteleckagen des Bauteils
$k_{CL}$	$[\text{m}/\text{hPa}]$	Durchlässigkeitskoeffizient der Feuchteleckagen des Bauteils

wobei der Koeffizient  $k_{CL}$  mangels detaillierter Versuchsergebnisse so angepasst wurde, dass sich eine über den Winter aufsummierte konvektionsbedingte Feuchtequelle von 250 g/m<sup>2</sup> ergibt.

Die aus der Dampfkonvektion resultierende Tauwassermenge wird dann aus der Differenz der in der Innenraumluft vorhandenen Wasserdampfkonzentration und der Sättigungskonzentration bei der Temperatur in der Tauwasserebene ermittelt und der entsprechenden Bauteilschicht als Feuchtequelle  $S_{CL}$  zugeführt:

$$S_{CL} = q_{CL} \cdot (c_i - c_{sat,p}) \quad (2)$$

mit:

$S_{CL}$	[kg/m <sup>2</sup> h]	dampfkonvektionsbedingte Feuchtequelle im Bauteil
$c_i$	[kg/m <sup>3</sup> ]	Wasserdampfkonzentration in der Raumluft
$c_{sat,p}$	[kg/m <sup>3</sup> ]	Wasserdampfsättigungskonzentration an der Position p, wo der konvektionsbedingte Tauwasserausfall vermutet wird

Das Modell ermöglicht also eine instationäre Ermittlung der konvektiv eingetragenen Feuchtemenge in Abhängigkeit vom Durchlässigkeitskoeffizient  $k_{CL}$  des betrachteten Bauteils, von der Höhe des zusammenhängenden Raumluftvolumens, der Temperatur in der vorher festgelegten potentiellen Tauwasserebene des Bauteils sowie von den aktuellen Außen- und Raumklimabedingungen. Die einzige noch unbekannte Größe ist dabei der Koeffizient  $k_{CL}$ . Er beträgt gemäß [7] im Normalfall 0,007 m/hPa.

## 4 Fallbeispiel – Flachdach in Holzbauweise

Das Beispiel eines Flachdachs in Holzbauweise wird hier gewählt, weil es die Möglichkeit bietet mithilfe der hygrothermischen Simulation zwischen Planungs- und Ausführungsmängeln zu unterscheiden. Dabei wird eine Planung, die nur im Fall einer perfekten Ausführung funktioniert als mangelhaft angesehen. Ist eine Konstruktion so konzipiert, dass sie kleinere Fehlstellen, wie sie im Regelfall auftreten, bei bestimmungsgemäßer Nutzung ohne Schaden zu nehmen toleriert, ist die Planung in Ordnung. Versagt diese Konstruktion in der Praxis dennoch, dann liegt dies entweder an einer mangelhaften Ausführung oder aber an einer nicht bestimmungsgemäßen Nutzung bzw. unzureichenden Wartung.

Für die folgenden Untersuchungen wird das DIN EN 15026 [2] konforme Simulationsprogramm WUFI® [8] eingesetzt. Dieses Programm wurde für den Einsatz im Flachdachbereich bereits mehrfach experimentell validiert. Anhand eines typischen Flachdachs in Holzbauweise werden die Auswirkungen der Einfärbung und des Dampfdiffusionswiderstands der Dachabdichtung auf das Feuchteverhalten des Daches in Abhängigkeit von der eingesetzten Dampfbremse untersucht.

### 4.1 Dachaufbau und Randbedingungen

Anhand der Flachdachkonstruktion in Abb. 5 soll neben der instationären Berechnung der Dampfdiffusionsvorgänge auch der Einfluss der Dampfkonvektion auf das Feuchteverhalten der Konstruktion untersucht werden. Dabei wird eine Luftdichtheit gemäß Klasse C in [7] vorausgesetzt (Standardfall: entspricht einer konvektiven Feuchtequelle von 250 g/m<sup>2</sup> während der Heizperiode). Das Dach ist mit 200 mm Mineralfaserdämmung gedämmt und besitzt als oberen Abschluss eine 20 mm dicke OSB-Schalung. Der Diffusionswiderstand ( $s_d$ -Wert) der oberen Abdichtung beträgt im Normalfall 100 m. Zur Überprüfung des Austrocknungspotentials durch die Abdich-

tung wird jedoch auch ein Fall betrachtet, bei dem der  $s_d$ -Wert nur 20 m aufweist. Dieser für Dachabdichtungen niedrige Diffusionswiderstand kann mit PVC-Bahnen heute erreicht werden. Der raumseitige Abschluss des Dachs besteht aus Gipskarton. Zwischen der Innenbeplankung und der Dämmung befindet sich eine Dampfbremse, deren  $s_d$ -Wert im Einklang mit den Vorgabengaben in [1] für eine nachweisfreie Konstruktion 100 m beträgt. Als Alternative wird hier auch der Einsatz einer feuchteadaptiven Dampfbremse auf Polyamidbasis mit variablem Dampfdiffusionswiderstand [9] untersucht. Der  $s_d$ -Wert dieser Dampfbremse ist unter winterlichen Bedingungen (Schutz der Konstruktion vor Tauwasser erforderlich) mit ca. 4 m etwa zehnmal so groß, wie im Sommer, wenn das Dach austrocknen soll. Bei einer Luftfeuchte von 100 % r. F. (z. B. bei Kontakt mit Tauwasser) sinkt der  $s_d$ -Wert unter 0,1 m. Die Zone, in der Tauwasser als Folge von Dampfkonvektion ausfallen kann, ist der Bereich zwischen OSB-Schalung und darunter liegender Mineralfaserdämmung. Die Berechnungen werden für das Dach eines zweistöckiges Hauses ( $h = 5$  m) bzw. für ein 15 m hohes Gebäude mit zusammenhängendem Raumvolumen durchgeführt.

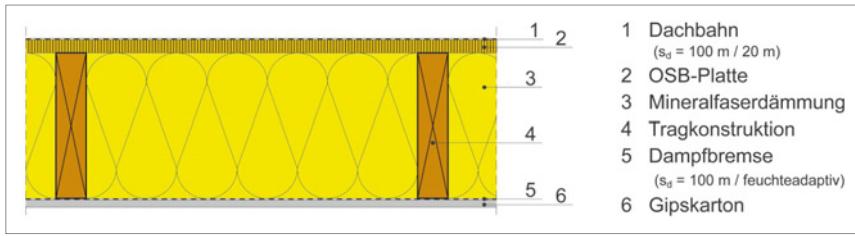


Abb. 5: Aufbau des betrachteten Flachdachs in Holzbauweise

Gemäß DIN EN 15026 [2] wird als Außenklima das Feuchtereferenzjahr (meteorologischer Datensatz auf der Basis von Stundenwerten für ein feuchtechnisch kritisches Jahr) von Holzkirchen verwendet. Der Standort Holzkirchen zeichnet sich für deutsche Verhältnisse durch ein vergleichsweise raues Klima aus. Das Raumklima wird nach derselben Norm aus der Außenlufttemperatur unter Voraussetzung einer normalen Belegung errechnet. Da aus früheren Untersuchungen [10] bekannt ist, dass die Oberflächentemperatur für das Austrocknungsverhalten von Dächern eine große Rolle spielt, werden die Berechnungen mit drei verschiedenen solaren Absorptionsgraden durchgeführt. Bitumenbahnen und ähnlich dunkle Dachabdichtungen haben in der Regel einen Absorptionsgrad  $a_s$  von 0,9. D. h., 90 % der auftreffenden Sonnenstrahlung wird absorbiert und in Wärme umgewandelt. Der Absorptionsgrad von helleren Dachabdichtungen (z. B. grau oder beige) liegt bei etwa 0,6. Zum Zweck des sommerlichen Wärmeschutzes kommen in warmen Ländern seit einiger Zeit auch stark reflektierende, d. h. weiße Dachbahnen zum Einsatz. Ihr Absorptionsgrad beträgt im unverschmutzten Zustand ungefähr 0,3.

Welche Auswirkungen die unterschiedlichen solaren Absorptionsgrade auf die thermischen Verhältnisse am Dach haben, zeigen die in Abb. 6 dargestellten gemittelten (gleitendes 30-Tage-Mittel) Jahresverläufe der Dachoberflächentemperaturen. Dabei entspricht der Oberflächentemperaturverlauf der reflektierenden Dachbahn ( $a_s = 0,3$ ) etwa dem der Außenlufttemperatur. D. h., die solaren Energiegewinne werden hier durch die Verluste aufgrund der langwelligen Abstrahlung näherungsweise kompensiert. Bei höheren Absorptionsgraden wird die Dachoberfläche im Mittel jedoch deutlich wärmer als die Außenluft, was auch ein entsprechend höheres Austrocknungs-

potential erwarten lässt. In der DIN 4108-3 [1] wird bei den Randbedingungen für die Dampfdiffusionsberechnung nach Glaser davon ausgegangen, dass die Dachoberfläche während der Verdunstungsperiode mit 20 °C um 8 K wärmer ist als die Außenluft. Diese Differenz wird bei einem Flachdach mit schwarzer Abdichtung auch tatsächlich erreicht. Bei einem weißen Dach sieht es jedoch ganz anders aus, da liegt die Differenz unter 2 K. Ist ein Dach begrünt oder permanent verschattet (z. B. durch aufgeständerte Photovoltaikmodule), dürfte die Oberflächentemperatur deutlich näher an der Temperatur der weißen Dachbahn liegen, als an der der schwarzen.

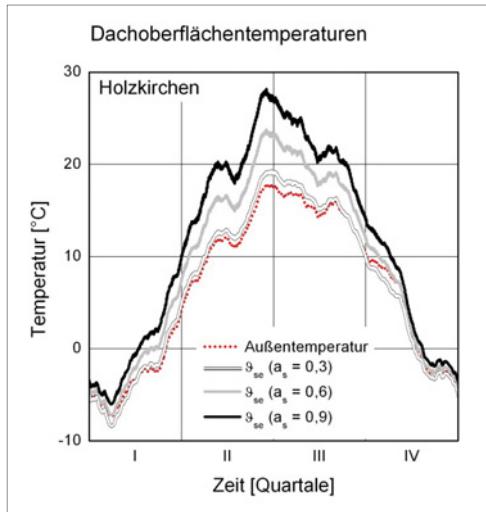


Abb. 6: Verlauf der gemittelten (30-d gleitend) Oberflächentemperaturen des betrachteten Dachaufbaus (Abb. 5) bei unterschiedlichen solaren Absorptionsgraden im Vergleich zur Außenlufttemperatur in Holzkirchen

## 4.2 Simulationsergebnisse

Ausgehend vom lufttrockenen Zustand der Konstruktion, d. h. alle Materialien im Dach sind zu Beginn im Gleichgewicht mit der mittleren Außenluftfeuchte von 80 % r. F., startet die Berechnung im Oktober und wird mit demselben Klimadatensatz über einen Zeitraum von fünf Jahren fortgeführt. Bei der Auswertung ist es sinnvoll, die Bauteilschicht zu betrachten, die das größte feuchtechnische Risiko in sich birgt. In diesem Fall ist das die obere Schalung aus OSB, deren Wassergehaltsverläufe im Folgenden genauer analysiert werden. Abb. 7 zeigt die Feuchteverläufe für den Standardfall (Abdichtung und Dampfbremse besitzen beide einen  $s_d$ -Wert von 100 m) in Abhängigkeit vom solaren Absorptionsgrad über einen Zeitraum von fünf Jahren. Unter Holzkirchner Klimabedingungen steigt die Feuchte der OSB-Schalung bei einer reflektierenden (weißen) Abdichtung bereits im dritten Winter über den kritischen Grenzwert von 20 M.-%. Mit einer hellen Abdichtung ( $a_s = 0,6$ ) dauert es nur ein Jahr länger und auch im Fall einer dunklen Abdichtung ( $a_s = 0,9$ ) wird der Grenzwert im letzten Winter erreicht. Deutlich zu erkennen ist auch in allen Fällen der weitere Anstieg der Feuchte, so dass langfristig ein Schaden unter diesen Bedingungen wahrscheinlich ist.

Dieses Ergebnis istbrisant, da der betrachtete Dachaufbau gemäß DIN 4108-3 [1] ohne rechnerischen Nachweis zulässig wäre. Es gibt in der Norm zwar einen Hinweis der aussagt, dass außen diffusionshemmende Dächer mit innerer Dampfsperre nur schlecht oder gar nicht austrocknen. Diese Anmerkung bezieht sich aber auf Dächer mit Eindeckung, obwohl dies genauso für solche mit Abdichtung gilt. Der Grund für das Versagen der beidseitigen dichten Dächer bei der vorliegenden Untersuchung ist die in der Neufassung der DIN 68800-2 [6] geforderte Berücksichtigung des konvektiven Feuchteintrags. Ohne diese zusätzliche konvektive Befeuchtung wären die Dächer feuchtetechnisch in Ordnung. Allerdings hat die Praxis, wie bereits erwähnt, gezeigt, dass die Vernachlässigung der Dampfkonvektion eine zu optimistische Bewertung dampfdichter Dächer zur Folge hat. Deshalb werden die Konvektionsansätze für die weiteren Berechnungen beibehalten. Es wird jedoch versucht durch eine Modifikation des Dachaufbaus feuchtetechnisch brauchbare und dauerhafte Lösungen zu finden.

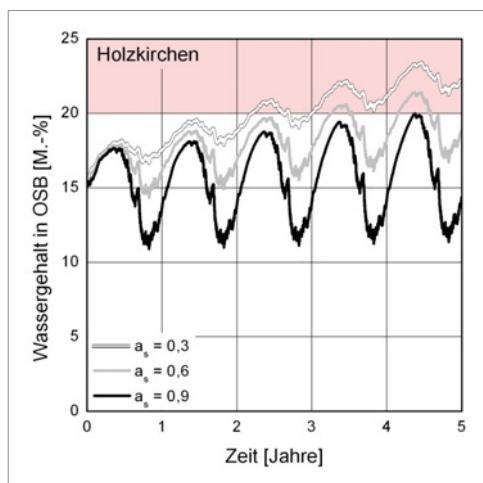


Abb. 7: Verlauf der Holzfeuchte der äußeren OSB-Schalung im betrachteten Dach mit beidseitig dampfdichten Sperrsichten ( $s_{di} = 100$  m,  $s_{da} = 100$  m) in Abhängigkeit vom solaren Absorptionsgrad der äußeren Abdichtung. Der kritische Holzfeuchtebereich ist farbig hinterlegt.

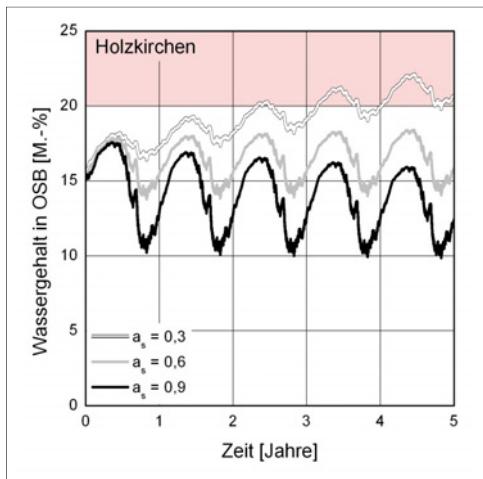


Abb. 8: Verläufe der Holzfeuchte der äußeren OSB-Schalung im betrachteten Dach bei Verwendung einer Abdichtung mit geringerem  $s_d$ -Wert (20 m).

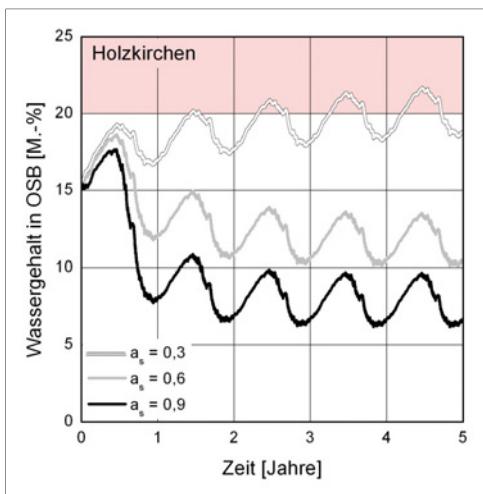


Abb. 9: Verläufe der Holzfeuchte der äußeren OSB-Schalung im betrachteten Dach mit Standardabdichtung ( $s_d = 100$  m) bei Verwendung einer feuchteadaptiven Dampfbremse mit variablem  $s_d$ -Wert.

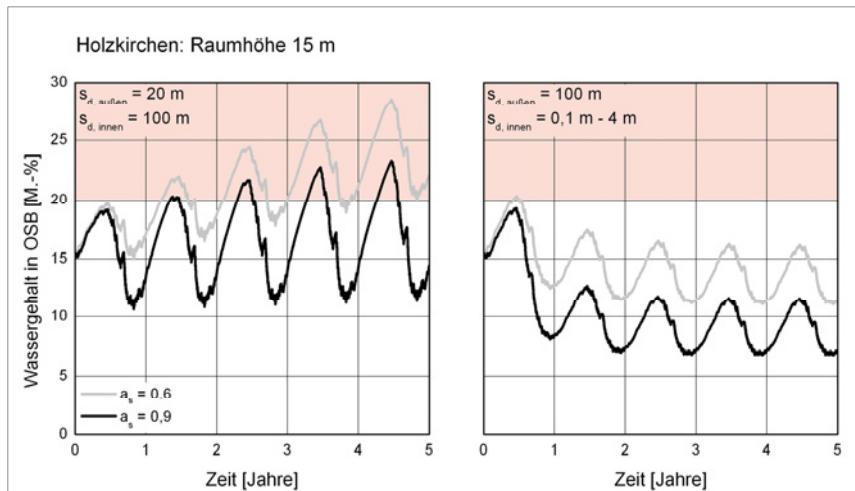


Abb. 10: Verläufe der Holzfeuchte der äußeren OSB-Schalung im betrachteten Dach, wenn der konvektive Feuchteintrag aufgrund der Gebäude (15 m) dreimal so groß ist wie beim Standardfall.

Zunächst wird deshalb derselbe Dachaufbau mit einer etwas weniger diffusionshemmenden Abdichtung untersucht. Zurzeit sind am Markt Dachbahnen erhältlich, deren  $s_d$ -Wert bei ca. 20 m liegt. Solche Bahnen sind sicher etwas dampfdurchlässig als eine herkömmliche Bitumenabdichtung; diffusionsoffen, wie manchmal behauptet wird, sind sie jedoch nicht. Als diffusionsoffen gelten gemäß [1] nur Bauteilschichten mit  $s_d \leq 0,5$  m. Die Ergebnisse für die Holzfeuchteverläufe in Abb. 8 zeigen, dass das etwas größere Austrocknungspotential der alternativen Dachabdichtung durchaus Vorteile hat. Bei einem hohen solaren Absorptionsgrad gibt es bei der vorliegenden Betrachtung keine Probleme. Auch Dachaufbauten, deren Abdichtung nur einen mittlere Absorptionsgrad ( $a_s = 0,6$ ) besitzen, scheinen noch zu funktionieren. Allerdings befindet sich die Feuchtebilanz hier schon auf der Kippe, d. h. der Einfluss der Dampfkonvektion wird gerade noch halbwegs kompensiert. Eine weiße Dachabdichtung würde allerdings schnell zum Versagen führen.

Noch etwas günstiger wirkt sich eine andere Modifikation des Dachaufbaus aus. Ersetzt man die ursprüngliche Dampfbremse durch eine feuchteadaptive Dampfbremse mit variablem  $s_d$ -Wert ( $0,1 \text{ m} \leq s_d \leq 4 \text{ m}$ ) [7], dann findet im Sommer eine starke Austrocknung nach innen statt, wie Abb. 9 zu entnehmen ist. Dies gilt jedoch ebenfalls nur solange keine weiße ( $a_s = 0,3$ ) Dachabdichtung verwendet wird. Sind die solaren Energiegewinne der Dachoberfläche zu gering, kommt es nicht zu einer ausreichenden Erwärmung des Daches um die Feuchte durch Dampfdiffusion nach innen zu treiben. Offensichtlich stellen stark reflektierende Außenoberflächen unabhängig vom Flachdachaufbau ein erhebliches feuchtetechnisches Risiko dar. Ihr Einsatz ist daher für mitteleuropäische Klimabedingungen nicht zu empfehlen.

Ein wichtiger Aspekt ist die Größe des sommerlichen Trocknungspotentials. Bei stärkerer Dampfkonvektion beispielsweise, wegen größerer Fehlstellen in der Luftdichtheitsebene oder durch eine größere Gebäudehöhe, kann das Austrocknungspotenti-

al durch die Dachabdichtung oder die Dampfbremse schnell erschöpft sein. Deshalb werden die Berechnungen mit einem höheren konvektiven Feuchteintrag wiederholt, diesmal allerdings ohne den Fall einer weißen Dachbahn zu berücksichtigen. Geht man von einer Gebäudehöhe von 15 m aus, dann verdreifacht sich auch der Anteil der Dampfkonvektion mit dem Ergebnis, dass die Austrocknung durch eine etwas weniger diffusionshemmende Abdichtung ( $s_d = 20$  m) selbst bei einem hohen sozialen Absorptionsgrad nicht mehr ausreicht (Abb. 10, links). Durch den Einsatz einer feuchteadaptiven Dampfbremse werden hier deutlich bessere Ergebnisse erzielt – d.h. es treten langfristig keine kritischen Feuchtezustände auf – solange der Absorptionsgrad der Dachoberfläche nicht unter 0,6 fällt (Abb. 10, rechts).

## 5 Schlussfolgerungen

Der Feuchteschutz von Flachdächern ist ein zentrales Thema, da das Wasser nicht wie bei einem Steildach der Schwerkraft folgend abfließen kann, sondern durch eine lückenlose Abdichtung daran zu hindern ist, ins Gebäude einzudringen. Die Abdichtung führt bei konventionellen Dachaufbauten jedoch auch dazu, dass eingedrungene Feuchte so gut wie gar nicht nach außen wegtrocknen kann. Feuchteinträge während der Bauphase oder während der Nutzung, z. B. durch Raumluftkonvektion bergen deshalb ein beträchtliches Schadensrisiko, wenn kein oder ein zu geringes Austrocknungspotential vorhanden ist.

Eine umfassende Analyse der klimatischen Bauteilbeanspruchungen ist daher sehr wichtig. Standardlösungen, wie sie in Normen, Verbandsrichtlinien oder Produktbeschreibungen zu finden sind, berücksichtigen oft nur den Feuchteintrag durch Dampfdiffusion und vernachlässigen alle anderen Feuchtequellen. Sie gehen auch grundsätzlich von normalen Raum- und Außenklimaverhältnissen aus. Demgegenüber kann z. B. das Raumklima von Versammlungsstätten oder Schwimmbädern ganz andere Maßnahmen erforderlich machen. Auch die Verhältnisse auf dem Dach können im Vergleich zu den traditionellen Annahmen deutlich ungünstiger ausfallen. Besonders helle und begrünte Dächer sowie verschatteten Dächer oder solche in Hochlagen, deren Oberflächen sich auch im Sommer tagsüber nur wenig erwärmen, zeigen ein schlechtes Austrocknungspotential und damit auch eine geringe Feuchteschadenstoleranz.

Ist bereits ein Schaden aufgetreten, ist die Ursachenfindung wegen der zahlreichen Einflussfaktoren oft schwierig. Hier kann die hygrothermische Simulation wertvolle Dienste leisten, da sie in der Lage ist, die in der Realität ablaufenden Prozesse abzubilden. Durch eine Variation der Parameter ist es in der Regel möglich, die Faktoren zu benennen, die unter den gegebenen Voraussetzungen zum vorgefundenen Schaden führen könnten. Ein wesentliches Element der Schadensdiagnose durch hygrothermische Simulation ist die gezeigte Quantifizierung von möglichen Feuchtequellen. Hier hilft die vorgestellte Berücksichtigung von Feuchteinträgen zwischen dem, was bei normaler handwerklicher Ausführung unvermeidbar ist, und einem echten Ausführungsfehler zu unterscheiden. Dachkonstruktionen, deren Feuchtetoleranz nicht ausreicht um den, in der Holzschutznorm [6] genannten, konvektiven Feuchteintrag zu kompensieren sind in Zukunft als falsch geplant anzusehen.

## 6 Literatur

- [1] DIN 4108-3: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Klimabedingter Feuchteschutz. Juli 2001.
- [2] DIN EN 15026: Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Bauteilen und Bauelementen – Bewertung der Feuchteübertragung durch numerische Simulation. Juli 2007.
- [3] Mohrmann, M.: Feuchteschäden bei Flachdach. Holzbau – die neue quadriga 2007, H. 3, S. 13–17.
- [4] Oswald, R.: Fehlgeleitet – Unbelüftete Holzdächer mit Dachabdichtungen. db 143 (2009), H. 7, S. 74–79.
- [5] Geißler, A. und Hauser, G.: Abschätzung des Risikopotentials infolge konvektiven Feuchtetransports. Forschungsbericht, AIF-Nr.: 12764, Universität Kassel, Fachgebiet Bauphysik (2002).
- [6] DIN 68 800-2: Holzschutz – Vorbeugende bauliche Maßnahmen im Hochbau, Februar 2012.
- [7] Künzel, H. M.; Zirkelbach, D.: Trocknungsreserven schaffen – Einfluss des Feuchteeintrags aus Dampfkonvektion. Holzbau – die neue quadriga (2010), H. 1, S. 28–32.
- [8] Künzel H.M.: Verfahren zur ein- und zweidimensionalen Berechnung des gekoppelten Wärme- und Feuchtetransports in Bauteilen mit einfachen Kennwerten. Dissertation Universität Stuttgart 1994.
- [9] Künzel, H. M.: Trocknungsfördernde Dampfbremsen – Einsatzvoraussetzungen und feuchtetechnische Vorteile in der Praxis. wksb 46 (2001), H. 47, S. 15–23.
- [10] Künzel, H. M.; Sedlbauer, K.: Auswirkung heller Dichtungsbahnen auf das Austrocknungspotential von Leichtbau-Flachdächern. WTA-Journal 6 (2008), H. 1, S. 1–10.



**Künzel, Hartwig M.**  
Dr.-Ing.

1986: Diplom Chemieingenieurwesen, Universität Erlangen  
1994: Promotion Bauingenieurwesen, Universität Stuttgart  
1987: Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer-Institut für Bauphysik (IBP)  
seit 1994: Leiter der Abteilung Hygrothermik am IBP  
1997–1999: Lehrbeauftragter für Feuchteschutz, Universität Stuttgart  
seit 2008: Lehrbeauftragter für klimagerechtes Bauen, Universität Stuttgart

# Feuchtigkeits- und Schimmelpilzschäden – Ursachenklärung durch Vorortuntersuchungen in der täglichen Sachverständigenpraxis

Wolfgang Lorenz

## Kurzfassung

Zu jeder erfolgreichen Schadensbeseitigung gehört die sichere Klärung der Ursache, die Feststellung des Schadensausmaßes und schließlich die Beseitigung des Schadens unter Einhaltung der Vorgaben in behördlichen Leitfäden und Verordnungen, wie z. B. der Biostoffverordnung.

Zur Ursachenklärung sind sowohl bautechnische als auch messtechnische Kenntnisse erforderlich. Bei sichtbaren Schäden im Bereich von Raumecken gibt es häufig Auseinandersetzungen darüber, wer für den Schaden verantwortlich ist, der Eigentümer bzw. das Gebäude oder der Nutzer. Das „Urteil“ ist schnell gefällt, aber oft falsch. Die messtechnische Untersuchung der raumklimatischen und der bauphysikalischen Parameter ist nicht immer im Vorbeigehen möglich.

Viele Schäden, vermutlich die Mehrzahl, liegen nicht sichtbar auf Oberflächen vor, sondern versteckt hinter Verkleidungen, auf der Rückseite von Tapeten oder in den Dämmlagen und machen sich nur durch eine Geruchsbelastung oder gesundheitliche Beschwerden bei den Raumnutzer bemerkbar. Um diese Schäden und deren Ausmaß zu klären, sind Analysen im mikrobiologischen Speziallabor erforderlich. Zur fachgerechten Sanierung gibt es klare Empfehlungen seitens des Umweltbundesamtes und der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft.

## 1 Einleitung

Im Allgemeinen spricht man von Schimmelpilzschäden, allerdings tritt dann, wenn Materialien unter Einfluss von Feuchtigkeit stehen, früher oder später eine Besiedlung mit Schimmelpilzen und anderen Mikroorganismen auf, wie Hefen, Bakterien, Milben. Deshalb wäre es treffender von mikrobiellen Schäden zu sprechen.

Bei der Untersuchung von Schäden muss stets bedacht werden, dass der mikrobielle Befall nicht zwingend sichtbar sein muss, sondern versteckt auftreten kann oder grundsätzlich mit dem Auge nicht erkennbar ist. Häufig werden Schäden nur geruchlich wahrgenommen oder nur aufgrund bestimmter gesundheitlicher Symptome, wie Atemwegsprobleme, Hautreaktionen oder auch „Gelenkschmerzen“ u. a.

In diesem Beitrag können jedoch nicht alle Aspekte betrachtet werden, sondern das Hauptaugenmerk ist auf die Ursachen und deren Klärung gerichtet.

## 2 Ursachen mikrobieller Schäden

Ursache für mikrobielles Wachstum in Gebäuden, bzw. in oder auf Baumaterialien oder Einrichtungsgegenständen ist stets erhöhte Feuchtigkeit. Fast jedes Bauteil oder jeder Gegenstand wird von Mikroorganismen besiedelt, wenn über ausreichend lange Zeit ausreichend hohe Feuchtigkeit vorliegt. Als Faustformel kann man sagen, dass ab ca. 80 % relativer Feuchtigkeit ein Wachstum möglich ist. Flüssiges Wasser benötigen Mikroorganismen nicht. Es ist eher so, dass dann, wenn es zu nass ist, Schimmelpilze nicht wachsen. Sehr gute Bedingungen liegen bei Feuchtigkeitswerten zwischen 90 und 99 % vor.

Materialien, die anfangs nicht oder nur schwer besiedelt werden, gehören frischer Zementestrich, frischer Beton, Kalkfarbe oder Kalciumsilikat. Diese Materialien sind alkalisch, d. h. haben einen hohen pH-Wert. Die wachstumshemmende Wirkung verliert sich meist im Laufe der Zeit, da der pH-Wert aufgrund chemischer Prozesse abnimmt. Letztendlich ist zur Klärung der Ursache mikrobieller Schäden die Ursache erhöhter Feuchtigkeit zu erkunden.

Die vielfältigen Ursachen für erhöhte Feuchtigkeit kann man in drei Kategorien einordnen:

- a) Feuchtigkeit oder Wasser dringt von außen ins Gebäude ein,
- b) Feuchtigkeit oder Wasser wird im Gebäude freigesetzt,
- c) Aufgrund hygrothermischer Effekte tritt trotz normaler Feuchtigkeitsverhältnisse erhöhte relative Feuchtigkeit an Oberflächen auf.

### Ursachen der Kategorie A:

- A1) Niederschlagswasser dringt über Leckagen im Dach ein
- A2) Niederschlagswasser dringt über den Schornstein ein
- A3) Niederschlagswasser sammelt sich auf Balkonen und Terrassen und drückt gegen die Gebäudewand oder dringt in die Bodenplatte ein
- A4) Schlagregen gegen undichte Fenster oder Türen
- A5) Schlagregen gelangt über die Fassade und ins Gebäude
- A6) Niederschlagswasser fließt in Richtung Gebäude und dringt ins Gebäude ein
- A7) Spritzwasser
- A8) Drückendes Wasser
- A9) Defekte Versorgungsrohrleitungen oder Entwässerungsrohre im Außenbereich
- A10) Oberflächenwasser dringt ins Gebäude ein (Überflutung)
- A11) Erdfeuchte
- A12) Luftfeuchtigkeit von außen

### Ursachen der Kategorie B:

- B1) Leckagen in Wasserleitungen, Abflussleitungen oder Heizungsrohren
- B2) Defekt an Wasserführenden Systemen, z. B. Waschmaschinen- oder Geschirrspülerschlüsse, defekte Hebesumpfpumpe etc.
- B3) Undichte Stellen im Nassbereich, z. B. defekte Abdichtung der Duschwanne, der Badewanne, im Bereich der Überläufe, Fugen im Duscharmaturenbereich
- B4) Freisetzung von Wasser beim Reinigen der Räume

- B5) Neubau-Restfeuchte
- B6) Kondensatbildung im Schornstein (Versottung)
- B7) Erhebliche Freisetzung von Feuchtigkeit bei der Nutzung

### **Ursachen der Kategorie C:**

- C1) kühle Oberflächen / Wärmebrücken
- C2) Anreicherung von Feuchtigkeit in der Raumluft und auf oder in Bauteilen aufgrund unzureichendem Transport der Feuchtigkeit ins Freie
- C3) Kondensation von Feuchtigkeit in Dämmsschichten und auf Dämmmaterialien

### **Baulich bedingte Ursachen – durch Nutzung bedingte Ursachen**

In der Praxis wird meist eine andere Klassifizierung vorgenommen, nämlich

- Gebäude bedingte Schäden,
- Durch Nutzer bedingte Schäden.

Dieser Klassifizierung wurde nicht aus fachlichen Gründen vorgenommen, sondern aus juristischen Überlegungen, denn es wird quasi eine Einstufung nach dem Verantwortlichen vorgenommen und nicht nach technischen oder wissenschaftlichen Kriterien. Dieser Ansatz birgt die Gefahr, dass der Gutachter nicht mehr objektiv nach der Ursache sucht, sondern im Augenwinkel immer nach dem „Schuldigen“ schielt. Den Verantwortlichen festzustellen ist aber nicht Aufgabe des Sachverständigen, sondern der Juristen.

Der Gutachter versucht meist als erstes Mängel am Gebäude festzustellen, wie un-dichte Dächer, Fassaden etc., und er schließt dann, wenn er keine derartigen Mängel feststellt, auf eine durch den Nutzer bedingte Ursache. Würde er zumindest die Ursache als „nutzungsbedingt“ einstufen und nicht als „nutzerbedingt“, wäre es die beste Weg.

#### **Beispiel:**

Eine 5-köpfige Familie wurde von der Kommune des Ruhrgebietes in einem Asylbewerberhaus untergebracht, und zwar im nachträglich ausgebauten Dachgeschoss eines 40 Jahre alten Mehrfamilienhauses. Die Mitglieder dieser Familie entwickelten in der Wohnung gesundheitliche Symptome, die den behandelnden Umweltmediziner veranlassten, dass eine Wohnungsuntersuchung stattfand. Hierbei stellte sich heraus, dass sich im Außenwandbereich an den typischen Stellen, d. h. den Raumecken und -kanten sichtbarer Schimmelpilzbefall entwickelt hatte. Als Ursache konnte eine zu geringe Raumtemperatur festgestellt werden. Wäre die Wohnung nicht bewohnt, hätte es keine Freisetzung von Feuchtigkeit durch Atmen, Kochen, etc. gegeben, dann wäre auch kein Schimmelpilz entstanden. Hätte man geheizt, dann auch nicht.

War der Schaden durch die Nutzer verursacht worden oder durch eine normale Nutzung?

In diesem Fall war die Sachlage klar, denn in der Wohnung gab es keine, tatsächlich KEINE Heizung. Diese war beim Ausbau vergessen worden und wurde auch nicht nachträglich eingebaut. Somit handelt es sich um einen Schimmelpilzschaden, der zwar durch die Nutzung entstanden ist, aber auch aufgrund eines massiven Mangels der Wohnung.

Schwieriger ist die Feststellung der Verantwortlichkeit dann, wenn eine Heizung vorhanden ist, diese aber nicht durchgehend funktioniert. Dies wird bei Gutachten teils übersehen und kann nur mit einer messtechnischen Langzeit-Kontrolle der Heizungsanlage ermittelt werden.

Viele bauliche Mängel kann man unmittelbar feststellen, wie z. B. Risse in der Fassade, Rorhleckagen etc. Bei anderen baulichen Mängeln sind Messungen erforderlich. Die Feststellung, ob eine Raumecke eine kritische Wärmebrücke ist oder nicht, kann man in der Regel nicht sehen oder aufgrund von Baubeschreibungen oder Bauplänen feststellen.

Wenn Gutachter lediglich Berechnungen aufgrund vorliegender Pläne durchführen, dann kann dies zu theoretisch richtigen Ergebnissen führen, die aber mit der Wirklichkeit oft nichts gemein haben.

Ausschlaggebend für die Wirkung einer Wärmedämmung ist nämlich nicht das, was geplant war, sondern das, was tatsächlich gemacht wurde. Ausführungsfehler beim Bau sind nichts Exotisches. Sollte z. B. das Dämmmaterial verrutscht sein, oder nicht nach den Vorgaben dicht zusammengefügt worden sein, oder sollte sogar eine ganze Dämmplatte fehlen, die vergessen wurde, oder schlichtweg weil eine zu wenig auf der Baustelle verfügbar war, dann entstehen vor allem bei modernen, sehr dichten und sehr gut gedämmten Häusern, extreme Wärmebrücken.

Auch eine undichte Stelle, über die kalte Luft in die Hülle eindringt, oder erhöhte Feuchtigkeit in Wänden oder Dämmschalen (Thermodynamische Wärmebrücke) können ohne Zutun des Nutzers zu Schäden führen. Derartige Schwachstellen erkennt man jedoch meist erst mit der problemorientiert gewählten und richtig durchgeführten Messmethode.

### 3 Untersuchungen, Messungen, Analysen

Die entscheidenden Informationen zur Ursachenklärung und Bewertung eines Schimmelpilzschadens erhält man meist nicht durch aufwendige Messungen oder Analysen, sondern durch eine sorgfältige Inspektion des Schadens und des Gebäudes und einer geschickten Befragung. Einfache orientierende und zerstörungsfreie Feuchtigkeitsmessungen sollten allerdings stets im Zuge der Inspektion durchgeführt werden.

#### 3.1 Inspektion und orientierende Feuchtigkeitsmessungen

Folgende Vorgehensweise hat sich bewährt:

1. Schaden durch Auftraggeber oder Raumnutzer zeigen lassen. Ort, Größe und Aussehen sorgfältig dokumentieren (Skizze, Fotos).
2. Orientierende, zerstörungsfreie Feuchtigkeitsmessungen im Schadensbereich und den angrenzenden Bauteilen durchführen.

3. Bei Schäden auf Wänden nahe der Decke auch die Decke messen und bei Schäden auf Wänden nahe dem Fußboden auch den Fußboden. Evtl. ist die Feuchtigkeit in Decke oder Fußboden sogar größer und zieht von hier aus in die Wand.
4. Die andere Seite des betroffenen Bauteils inspizieren.
5. Handelt es sich um eine Innenwand, dann sollten auch auf der anderen Seite orientierende Feuchtigkeitsmessungen durchgeführt werden.
6. Ist das betroffene Bauteil eine Außenwand, dann die Fassade in diesem Bereich auf Schäden bzw. Auffälligkeiten, wie z. B. Risse oder Wasserlaufspuren, hin inspizieren.
7. Tritt der Schaden auf einer Decke auf, dann den Raum darüber inspizieren und orientierende Messung im Fußboden durchführen.
8. Befindet sich der Schaden auf der Wand nahe dem Fußboden, dann auch den Raum darunter inspizieren und orientierende Feuchtigkeitsmessungen durchführen.
9. Alle Räume der Etage inspizieren, bei großen Objekten zumindest die angrenzenden Räume. Hierbei sollte darauf geachtet werden, ob auffällige Gerüche auftreten, die auf weitere Schäden hindeuten, die bisher nicht entdeckt wurden.
10. Orientierende Feuchtigkeitsmessungen in allen „Problembereichen“. Hierzu gehören die Bereiche in und um Duschen, Badewannen, Waschbecken, Toiletten, Spülen, Spül- und Waschmaschinen.
11. Auch erdberührende Bauteile sollten untersucht werden oder bei nicht unterkellerten Räumen die Wände entlang der Fußböden. Nicht selten treten an einer kühlen Wand sichtbare Schimmelpilzflecken auf, die durch erhöhte Luftfeuchtigkeit verursacht wurden, welche ursprünglich von einem nicht erkannten Feuchtigkeitsschaden im Bad stammt, der sich z. B. im Fußboden unbemerkt in angrenzende Räume ausgebreitet hat.

## 3.2 Befragung

Frage	Mögliche Informationen
<b>Wann und wo</b> ist der Schaden zum ersten Mal aufgetreten?	Ist der Schaden <b>in der kalten Jahreszeit</b> auf Bauteilen aufgetreten, die oberhalb der Gelände-Oberkante liegen, dann kann dieser durch hygothermische Effekte verursacht worden sein (= Wärmebrücken, mangelnde Raumbeheizung oder zu hohe Raumluftfeuchtigkeit). Ist der Schaden <b>nicht in der kalten Jahreszeit</b> erstmals aufgetreten, dann ist ein hygothermischer Effekt so gut wie ausgeschlossen, außer der Schaden ist im Sommer in Kellerräumen oder sehr kühlen Räumen aufgetreten, z. B. in einem historischen Gebäude mit extrem dicken Wänden, wie z. B. einer Kirche oder einer Burg.
Gab es in der Vergangenheit einen Wasser- oder Feuchtigkeitsschaden und wie wurde dieser saniert?	Sollte ein Schaden aufgetreten sein, bei dem viel Feuchtigkeit oder sogar große Mengen an flüssigem Wasser freigesetzt wurden und wurde diese nicht fachmännisch saniert, dann kann es noch Monate nach der „Sanierung“ durch Restfeuchte zu einem sichtbaren oder riechbaren Schimmelpilzschaden kommen. Wenn große Mengen an Wasser in den Fußböden gelau-fen sind, dieses Wasser aber nicht mittels technischer Trock-nung entfernt wurde, kann sich im Fußboden oder auf der Wand entlang des Fußbodens ein mikrobieller Befall entwi-ckeln.
Wie hat sich der Befall bzw. der Schaden ausgebreitet	Ist z. B. auf einem Bauteil innerhalb relativ kurzer Zeit ein aus-dehnter Befall entstanden, hat sich dann aber der Schaden nicht mehr vergrößert oder der Befall verstärkt, ist dies ein Hin-weis, dass nur vorübergehend erhöhte Feuchtigkeit vorhanden war. Feuchtigkeitsmessungen können Aufschluss geben, ob das Bauteil inzwischen trocken ist oder immer noch oder bereits wieder feucht ist.
Haben Sie schon etwas unter-nommen, z. B. sichtbaren Befall abgewaschen?	Sollte der Befall bereits abgewaschen worden sein, evtl. sogar mehrmals, dann ist dieser eigentlich größer als optisch erkenn-bar. Die Schadensgröße und der Schadensort können wichtige Hinweise zur Ursache liefern.

Es ist oft nicht zielführend, wenn man die Raumnutzer direkt, oder sogar als erstes zu deren Heiz- oder Lüftungsverhalten befragt. Eine solche Frage zu Beginn des Gesprächs kann Misstrauen schüren, welches man nur schwer wieder beseitigen kann. Fragen zum Verhalten suggerieren, dass man sofort nur in diese Richtung denkt und es werden die wenigsten Bewohner, die nicht richtig Heizen oder Lüften, die Wahrheit sagen. Am besten ist es, wenn man indirekt fragt oder erst zu einem späteren Zeitpunkt, z. B. beiläufig am Ende der Befragung.

## 3.3 Unterlagen sichten

Bauunterlagen können bei der Ursachenklärung, der Abschätzung des Schadensausmaßes und der Sanierungsplanung helfen, allerdings zeigen diese nur, wie das Gebäude errichtet werden sollte, aber nicht wie es tatsächlich errichtet wurde. Wenn z. B. nach Plan eine richtig dimensionierte Dämmung vorgesehen war, dann bedeutet dies nicht, es kann keine kritische Wärmebrücke vorliegen, sondern es ist

möglich, dass das Dämmmaterial nicht wie geplant eingebaut wurde und z. B. Lücken aufweist. Deshalb muss man den tatsächlichen Zustand feststellen, was in der Regel nur mittels Messungen geht. Wurden bereits Gutachten angefertigt, dann sollte man diese neutral und objektiv lesen, egal wer sie verfasst hat.

### 3.4 Messen der Feuchtigkeit in Bauteilen bzw. der Materialfeuchte

Bei der Materialfeuchte wird der gesamte Wassergehalt im Material, d.h. die Summe des flüssigen und des gasförmigen Wassers, erfasst. Die Luftfeuchte beschreibt dagegen den gasförmigen Wasseranteil in der Luft.

#### 3.4.1 Leitfähigkeits- oder Widerstandsmessung

Eine weit verbreitete Methode ist die Messung der Materialfeuchte mittelbar über die Leitfähigkeit eines Materials. Die Leitfähigkeit eines Materials nimmt mit seinem Wassergehalt in etwa linear zu. Und der elektrische Widerstand dementsprechend ab.

Sehr gute quantitative Zahlenwerte erhält man mit dieser Methode bei der Messung von Materialien aus Vollholz. Für diesen Bereich wurden die Geräte ursprünglich entwickelt. Aus diesem Grund geben die Hersteller in der Regel als Dimension des quantitativen Ergebnisses „Holzfeuchte“ oder „Holzfeuchteäquivalent“ (HFÄ) an. Meist befinden sich in der Bedienungsanleitung Umrechnungstabellen für verschiedene Holzarten.



Abb.1: Leitfähigkeitsmessgeräte  
(Protimeter und Gann)

Die Messung des elektrischen Widerstandes ist zur Messung von Holzfeuchte sehr gut geeignet, kann aber auch zur orientierenden Messung von Feuchte in anderen Materialien genutzt werden.

Mit der Leitfähigkeitsmethode sind z. B. Spanplatten, nicht allzu harter Wandputz, Gipskarton, Wandoberflächen hinter Wandverkleidungen – mittels langer Stechsonden – oder Randfugen von schwimmenden Estrichen gut messbar. Geeignet ist die Methode auch zur Erstellung von orientierenden Tiefenprofilen in Bauteilen. Es muss bei der Bewertung der Messergebnisse beachtet werden, dass es Materialien gibt, die auch ohne erhöhte Feuchte gut leitfähig sind und die Messwerte beeinflussen.

Bei Bodenbelägen kann es z. B. sein, dass diese antistatisch ausgerüstet sind und es deshalb zu einem deutlichen Messsignal kommt. Es kommt auch vor, dass hinter Tapeten Alufolien verklebt sind, die zu einem maximalen Ausschlag der Messanzeige führen. Gut erkennen kann man derartige Einflüsse daran, dass es bei elektrisch leitfähigen Materialien keine fließenden Übergangsbereiche gibt. Wird z. B. im gesamten Fußboden ein gleichmäßig hohes Signal gemessen, ist dies ein Hinweis auf elektrische Leitfähigkeit des Bodenbelages, während bei erhöhter Feuchte meist lokale Schwankungen auftreten.

Bei Alufolien auf Kaminen oder in Außenwandecken treten scharfe geometrisch definierte Übergänge zwischen Stellen mit einem sehr starken und einem sehr schwachen Signal auf. Auch salzhaltige Wandmaterialien können das Ergebnis verfälschen, wobei dann zu fragen ist, warum die Salze auftreten. Es ist auch zu beachten, dass die Messung nur sinnvoll und aussagekräftig ist, wenn die Messspitzen problemlos in das Material eingedrückt werden können. Ein reiner Oberflächenkontakt reicht für eine aussagefähige Messung nicht aus.

### 3.4.2 Kapazitive Messung, Hochfrequenzmethode (HF-Methode)

Eine leicht zu handhabende Methode ist die dielektrische bzw. kapazitive Messung der Materialfeuchte mit elektronischen Messgeräten, die zum Teil auch als „Hochfrequenzmethode“ (HF-Methode) bezeichnet wird.



Abb. 2: Hochfrequenzmessung mit der Gann Hydromette

Die Anzeige erfolgt entweder quantitativ in dimensionslosen Zahlenwerten, die auch als „Digits“ bezeichnet werden (Gann), oder bei manchen Herstellern (zusätzlich) als Farbanzeige mit Leuchtdioden auf einer Skala von Grün bis Rot (z. B. Protimeter Surveymaster). Manche Geräte geben bei Überschreiten eines bestimmten Wertes ein akustisches Signal, der bei einigen Geräten individuell eingestellt werden kann. Wie bei der Leitfähigkeitsmessung wird das Messergebnis durch das Material beeinflusst. Die meisten Hersteller liefern Tabellen mit, anhand derer die Materialfeuchte für verschiedene Materialien abgelesen werden kann. Es sei jedoch davor gewarnt,

den auf diese Weise ermittelten Zahlenwerten zu trauen. Es handelt sich lediglich um Orientierungswerte mit erheblicher Ungenauigkeit. Deshalb sind Vergleichsmessungen in trockenen Bereichen erforderlich.

Diese Methode eignet sich zur Suche nach erhöhter Feuchte und zur Feststellung von deren Ausdehnung in unverkleideten Wänden, gefliesten Wänden und Fußböden. Bei Laminatböden, Parkett, Teppichböden oder Gipskarton-Wandverkleidungen ist der Signalfloss gedämmmt oder ganz unterbrochen und es ergeben sich Fehl- oder Minderbefunde.

Falsch positive Befunde ergeben manche Fliesen, wenn sie entweder elektrisch gut leitfähig sind, da leitfähige Materialien auch stets das Signal stark reflektieren, oder wenn sie hygroskopisch sind, wie z. B. Marmorfliesen, d. h. überdurchschnittlich viel Wasser aufnehmen und speichern, auch wenn in der Umgebung normale Feuchtwerte in Luft und Materialien vorliegen.

Auch Metallteile und -folien in Wänden und Fußböden oder Salze verfälschen das Signal. Es gilt auch hier wie bei der Leitfähigkeitsmethode, dass in diesen Fällen „Feuchtebereiche“ mit scharfer Geometrie und Übergängen festgestellt werden, während tatsächliche Feuchteschäden durch eine unregelmäßige Geometrie und unscharfe Übergänge zwischen feucht und trocken gekennzeichnet sind.

Bei der Messung sollte darauf geachtet werden, dass die Messsonde senkrecht aufgesetzt wird und immer ein Mindestabstand von 7 cm zu anderen Bauteilen, wie z. B. Fußleisten, Innenecken und Außenwänden, eingehalten wird.

### 3.4.3 Messung mittels Mikrowellen

Zur qualitativen zerstörungsfreien Messung von Feuchte in tieferen Materialschichten kann auch das Mikrowellen-Verfahren eingesetzt werden. Ein auf die zu messende Bauteiltiefe abgestimmter Sensor wird im rechten Winkel auf die Bauteiloberfläche aufgesetzt. Das Messsignal ist nur qualitativ auswertbar, d. h. man kann Feuchteverteilungen mit dieser Messung erfassen, aber nicht die tatsächlichen Feuchtwerte. Deshalb ist es empfehlenswert, als Referenz eine bekanntermaßen trockene Bauteilstelle als Ausgangswert zu messen.

Diese Methode eignet sich zur Suche nach erhöhter Feuchte in unverkleideten Wänden, gefliesten Wänden und Fußböden. Bei Laminatböden, Parkett, Teppichböden oder Gipskarton-Wandverkleidungen ist der Signalfloss ähnlich wie bei der HF-Methode gestört.

Die Eindringtiefe ist abhängig vom Material, dessen Feuchte und dem verwendeten Messkopf. Es gibt Messköpfe, mit denen man unterschiedlich tiefen Schichten messen kann. Die Angaben zu der maximalen Tiefe sind von Hersteller zu Hersteller verschieden. Mit der Messtiefe nimmt allerdings die Genauigkeit ab, da über die gemessene Schicht praktisch gemittelt wird. Der Messkopf darf nicht so leistungsstark sein, dass die Mikrowellenstrahlung tiefer reicht, als das Bauteil dick ist, da man dann keine verwertbaren Ergebnisse erhält. Wegen der Streuung der Mikrowellen ist seitlich

ein Abstand von mindestens 10 cm zu anderen Bauteilen einzuhalten, da es ansonsten auch hierdurch zu verfälschten Messergebnissen kommt.

### 3.4.4 Calciumcarbidmethode

Die Methode hat sich zur Messung der Materialfeuchte in Estrichen als Kontrolle vor Verlegen von Bodenbelägen bewährt. Da mit dieser Methode eine Materialentnahme verbunden ist, d. h. eine Zerstörung von Bauteiloberflächen, eignet sie sich nicht zur Untersuchung von Feuchteschäden. Außerdem haben Vergleichsmessungen mit der gravimetrischen Methode gezeigt, dass bei bestimmten Materialien, oder auch bei älteren Putzen oder Zementestrich, es zu erheblichen Minderbefunden kommen kann.

### 3.4.5 Gravimetrische Methode (Darrprobe)

Es wird ein ausreichend großes Stück Material entnommen und sofort gewogen. Die Materialmenge sollte in Abhängigkeit vom Wägebereich und von der Genauigkeit der verfügbaren Waage gewählt werden. Ist keine Waage verfügbar, kann das Material luftdicht verpackt und im Labor sofort nach dem Auspacken gewogen werden. Beim Verpacken dürfen keine relevanten Mengen Luft in der Verpackung mit eingeschlossen werden, da diese Luft Feuchte aus dem Material aufnimmt. Das Probenmaterial wird im Laborofen bei 105 °C (Holz bei 103 °C, Gips und Anhydridbaustoffe bei 40 °C) so lange getrocknet, bis das Gewicht konstant bleibt.

Es wird davon ausgegangen, dass der festgestellte Gewichtsverlust dem Feuchtegehalt im Material entspricht. Es ist allerdings zu beachten, dass je nach Material durchaus ausreichend hohe Ausgleichsfeuchtwerte für mikrobielles Wachstum vorliegen können, ohne dass eine nennenswert erhöhte Materialfeuchte mit der Darrprobe gemessen wird.

Die Methode eignet sich zur genauen Feststellung der Feuchte in Materialproben. Als schnelle Suchmethode ist sie wegen der notwendigen Materialentnahme nicht geeignet. Aber in Verbindung mit den orientierenden Messungen kann sie wertvolle Ergebnisse liefern. Bei hoher Materialfeuchte können mit dieser Methode die Ergebnisse der orientierenden Methoden überprüft werden.

Will man die Verteilung hoher Feuchte in Wandquerschnitten, Tiefenprofile oder Höhenprofile erstellen, ist die gravimetrische Analyse die genaueste Methode. Da es nicht für alle Materialien Tabellen über normale Ausgleichsfeuchte und erhöhte Feuchte gibt, ist die Bewertung der Messergebnisse nicht immer einfach. Außerdem sind viele Bewertungsempfehlungen nicht darauf abgestimmt, ab welchem Wert es zu einem mikrobiellen Wachstum kommt, sondern darauf, ob Materialschäden, wie sich ablösende Beschichtungen usw., eintreten könnten.

Im Bereich eines  $a_w$ -Wert von 0,8, was einer relativen Feuchtigkeit von 80% entspricht, liefert die gravimetrische Messung bei manchen Materialien keine verwertbaren Ergebnisse, da der Anstieg der Feuchte im Material in diesem Bereich so gering ist, dass er messtechnisch kaum erfasst werden kann.

### 3.4.6 Hygrothermische Bauteilmessung (Messung der Ausgleichsfeuchte)

Um zu messen, ob die vorhandene Feuchte für ein mikrobielles Wachstum ausreicht, ist dies die beste Methode. Jedes Material tauscht mit der Umgebung Feuchte aus. Trockenes Material nimmt Feuchte auf und feuchtes Material gibt Feuchte ab, und zwar so lange, bis Material und Umgebung im Gleichgewicht stehen, d. h. bis genau die gleiche Feuchtemenge an die Umgebung abgegeben wie von ihr aufgenommen wird. Handelt es sich bei der Umgebung um Luft, dann entspricht bei jeder Temperatur ein bestimmter relativer Luftfeuchtegehalt diesem Gleichgewichtszustand.

Bei offenen Systemen, d. h. wenn die Umgebung Feuchte abtransportieren kann, z. B. durch Abgabe an andere Bauteile oder durch Luftaustausch mit anderen Systemen, etwa dem System Außenluft, wird sich kein stabiler Gleichgewichtszustand einstellen, sondern es handelt sich hierbei um dynamische Systeme, deren Feuchtwerte ständig schwanken.

Bei quasi geschlossenen Systemen, z. B. wenn durch diffusionshemmende Materialien der Austausch mit der normalen Raumluft stark behindert ist, liegt über längere Zeiträume praktisch ein Gleichgewichtszustand vor.

Durch Setzen einer Bohrung in das zu untersuchende Material bzw. die zu untersuchende Materialschicht kann man die Ausgleichsfeuchte in dieser Schicht messen.

Die Messung der Ausgleichsfeuchte ist eine praktikable, da einfach zu handhabende und mit relativ geringer Bauteilbeschädigung durchführbare Methode, die sehr sinnvoll und aussagekräftig die Messungen mit orientierenden Verfahren ergänzt. Es gibt nahezu keine Einsatzbeschränkungen, außer wenn Bauteile nicht durch Bohrungen beschädigt werden sollen oder wenn das Setzen von Bohrungen riskant ist, weil mit Rohrleitungen in den Bauteilen gerechnet werden muss, z. B. bei einer Fußbodenheizung. Auch auf Stromkabel ist zu achten.

In der Praxis konnte wiederholt festgestellt werden, dass Messungen bei extrem niedrigen Temperaturen zu stärker verfälschten Messergebnissen führten, und zwar wurde zu hohe relative Feuchte gemessen. Aus diesem Grund ist von Messungen bei Temperaturen unter 10 bis 12 °C abzuraten. Liegen die Temperaturen am Tag der Messung in etwa im Bereich üblicher Raumtemperaturen, kann man davon ausgehen, dass bei Werten unter ca. 80 % Ausgleichsfeuchte kein mikrobielles Wachstum stattfindet. Es gibt nur wenige Arten, die bei Feuchtwerten deutlich unter 80 % wachsen können, und praktisch keine Mikroorganismen, die unter 70 % Feuchte wachsen. Liegen die Temperaturen deutlich unter (< 18 °C) oder deutlich über (> 25 °C) einer üblichen Raumtemperatur, dann kann als Bewertungsbasis ein absoluter Feuchtwert von 10 g H<sub>2</sub>O/g Luft angesetzt werden, der bei 21 °C einer relativen Feuchte von ca. 70 % entspricht.

In der Praxis hat sich bewährt bei Feuchtigkeitsschäden ohne beachtenswerten mikrobiellen Befall als Maßstab, ob eine technische Trocknung erforderlich ist, einen „Eingriffswert“ von 11 g H<sub>2</sub>O/kg Luft anzusetzen, was bei 19 °C einer relativen Feuchte von 80 % entspricht, und als Zielwert einer technischen Trocknung 10 g H<sub>2</sub>O/kg Luft (= ca. 68 % bei 20 °C).

Es ist bei der Messung darauf zu achten, dass kein Spalt zwischen Sonde und Bohrloch vorhanden ist, um einen Luftaustausch zu verhindern. Gegebenenfalls sollte der Spalt mit Alufolie abgedichtet werden. Bei der Messung muss einige Zeit abgewartet werden, da das Material durch das Bohren häufig deutlich erwärmt wird. Erst wenn Temperatur und Feuchte sich nicht mehr ändern, kann das Messergebnis verwendet werden.

### 3.5 Messung der Luftfeuchte und anderer Raumklimaparameter

#### 3.5.1 Kurzzeit- bzw. Einzelmessungen

Zur Kurzzeitmessung, d. h. zur unmittelbaren Messung von Lufttemperatur und relativer Luftfeuchtigkeit, gibt es auf dem Markt zahlreiche mechanische und elektronische Geräte verschiedenster Preisklasse und Qualität. Die Messergebnisse fallen entsprechend unterschiedlich aus.

Kurzzeitmessungen zu einem bestimmten Zeitpunkt sind ohne große Aussagekraft. Die relative und absolute Feuchte in Innenräumen ist stark abhängig von der Außenluftfeuchte und der aktuellen Aktivität und Lüftung. Es hat einen erheblichen Einfluss auf die Messergebnisse, wenn kurz vor dem Messtermin die Wohnung stark gelüftet und geheizt wurde oder die Wohnung verschlossen blieb, z. B., da dies wegen der Luftkeimmessungen beim Ortstermin so vorgegeben wurde, und kurz vor dem Termin gekocht und geduscht wurde.

Da der Ortstermin des Sachverständigen für die Betroffenen keine Überraschung darstellt, kann es sein, dass sich die Bewohner nicht an die Vorgaben des Sachverständigen halten und relativ kurz vor dem Ortstermin kräftig lüften, was sie evtl. sonst nicht tun, und auch die Heizung in allen Räumen hochdrehen, während gewöhnlich im Schlafzimmer der Heizkörper nie eingeschaltet wird. Die Ergebnisse der Raumklimamessungen werden in diesem Fall sehr unauffällig sein.

**Ein unzureichendes Heiz- und Lüftungsverhalten lässt sich deshalb aus Einzelmessungen nicht ableiten und nicht widerlegen.**

#### 3.5.2 Langzeitmessungen

Raumklima-Langzeitmessungen mittels sog. Datenlogger, die über längere Zeiträume Temperatur und Luftfeuchte in regelmäßigen Intervallen erfassen und speichern, sind relativ gut geeignet, um das Nutzerverhalten zu kontrollieren. Messungen im Schlafzimmer, Wohnzimmer und gleichzeitig im Außenbereich über mindestens 7, besser 14 Tage, zeigen, wie sich die Bewohner verhalten.

Die Gefahr, dass die Bewohner sich während der Messungen anders verhalten, d.h. intensiver Lüften und Heizen ist gegeben. Jedoch ist in der Mehrzahl der Fälle zu erkennen, dass in den ersten 2 bis 3 Tagen tatsächlich intensiv geheizt und gelüftet wurde, ab dem 3. oder 4. Tag jedoch nicht mehr. Die Geräte sind relativ unscheinbar und werden meist nach kurzer Zeit vergessen und deshalb wird nach kurzer Zeit, meist ab Montag früh, geheizt und gelüftet wie immer. Die Messungen sind nur aussagekräftig, wenn die Außenluft deutlich trockener und kühler ist als die Raumluft, da man sonst Lüftungsvorgänge nicht gut anhand der Messdiagramme erkennen kann.

### 3.5.3 Raumklima-Echtzeitmessungen

Eine zukunftsweisende Methode zur Messung von Klimadaten ist die Echtzeitmessung mittels kabelloser Sensoren und einer dazugehörigen Sendestation.



Abb. 3: Sendestation und W-Lan Messsensoren (Enersor GmbH)

Je nach Wahl der Sensoren können Temperatur, Temperatur und Feuchte, oder CO2-Werte an fast jeder beliebigen Stelle gemessen werden. Es werden die Sensoren je nach Problemstellung im Raum, auf einem Bauteil oder auch in der Konstruktion oder in Belüftungs- und Klimaanlagen positioniert. An irgendeiner Stelle im Gebäude, die nicht in der gleichen Etage sein muss, in der die Werte gemessen werden, wird der sog Receiver aufgestellt und durch Verbinden mit dem Stromnetz aktiviert. Dieser Receiver empfängt die Signale von bis zu 65 Sensoren gleichzeitig und schickt die Daten im gewünschten Zeittakt mittels einer SIM-Datenkarte an einen zentralen Server. Ein spezielles Softwareprogramm bereitet die Daten auf und stellt diese als Diagramm und als Tabellen dar. Die Werte sind via Internet jederzeit einsehbar und kontrollierbar.

Vorteile der Echtzeitmessung mittels SiMAP-Geräten sind:

- Es kann direkt nach dem Aufstellen der Geräte via Laptop, die Funktionstüchtigkeit kontrolliert werden. Bei defekten oder falsch programmierten Datenloggern erfährt man erst nach dem Abholen und Auslesen, ob das Gerät funktionierte oder nicht.
- Zum Auslesen von Daten sind keine Ortstermine erforderlich.
- Es können bis zu 64 Sensoren gleichzeitig erfasst werden, die in einem Gebäude auch in verschiedenen Etagen und unterschiedlichen Wohnungen platziert wurden.

- Die Sensoren können problemlos an anderen Stellen aufgestellt werden, ohne dass diese neu programmiert oder geladen werden müssen. Nach Angaben des Herstellers funktionieren die Akkus in den Temperatur- und Feuchtesensoren mindestens 8 Jahre. Die CO2-Messung ist energieintensiv und deshalb beträgt für diese Sensoren die Akku-Lebensdauer nur ca. 2 bis 3 Monate.

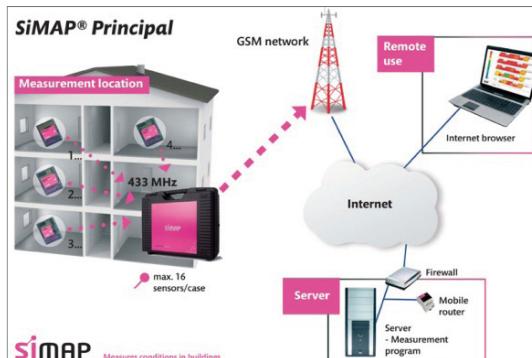


Abb. 4: W-Lan-Messung in mehreren Etagen eines MFH mit einer Messstation

### 3.6 Bauteilthermogramme

Um baulich bedingte Wärmebrücken festzustellen, sind Messungen der Bauteiltemperatur erforderlich. Voraussetzung für aussagekräftige Messergebnisse ist ein ausreichend großer Temperaturgradient zwischen innen und außen.

#### 3.6.1 Thermographie

Mit dem Begriff Thermographie wird eine Methode bezeichnet, bei der mittels einer Infrarot-Wärmebildkamera eine photographische Aufnahme vom Gebäude erstellt wird. Da die Wärmebildkamera, wie der Name sagt, aus der erfassten Wärmestrahlung ein Bild produziert, ist die Farbwiedergabe ein Abbild der vorherrschenden Temperaturen. Man erhält mit relativ wenig Aufwand ein Bild eines gesamten Gebäudes oder einer gesamten Wand und kann sofort erkennen, wo Schwachstellen auftreten, z. B. kritische Wärmebrücken, aber auch Luftundichtheiten der Gebäudehülle oder feuchte Bauteile, da feuchte Bauteile stärker auskühlen (= thermodynamische Wärmebrücken).

Je nachdem, ob eine thermographische Aufnahme von außen oder von innen gemacht wurde, werden kritische Bereiche durch erhöhte Temperatur (Aufnahme von außen) oder geringe Temperatur (Aufnahme von innen) erkannt. Für eine sichere Bewertung empfiehlt es sich, von außen und innen Aufnahmen anzufertigen. Nach Analyse des Gebäudes von außen und Erkennen kritischer Stellen, hat es sich bewährt diese kritischen Stellen nochmals mittels thermographischer Aufnahmen von innen zu untersuchen.

Geeignet ist die Thermographie auch zur Suche nach Leckagen in Heizungsrohren. Zur Messung muss die Heizung rechtzeitig ausgeschaltet werden, so dass bis zum Messzeitpunkt die Bauteile ausreichend abgekühlt sind. Zum Zeitpunkt der Messung wird die Heizung eingeschaltet und mit der Wärmebildkamera die Erwärmung der Heizungsrohre verfolgt. Sollte ein Rohr eine Leckage aufweisen, wird es der Stelle rund um das Leck zu einem Austritt warmen Wassers kommen, was an einem lokalen Farbschleier außerhalb des Heizungsrohres erkennbar ist.

### 3.6.2 Punktmessung

Mittels Infrarotmessgeräten kann die Wärmestrahlung von Bauteilen Punkt für Punkt gemessen werden. Wie bei der Wärmebildkamera wird die Wärmestrahlung, die vom Bauteil ausgeht, erfasst, allerdings nicht als Bild dargestellt, sondern als Zahlenwert. Bei der Bewertung der Messergebnisse ist zu beachten, dass nicht die Oberflächentemperaturen, sondern die Wärmestrahlung gemessen wird, die von der Temperatur des gesamten Bauteils abhängt und nicht nur von der an der Oberfläche.

Außerdem wird die Wärmestrahlung nicht nur durch die Bauteiltemperatur beeinflusst, sondern zusätzlich werden Wärmestrahlen anderer Bauteile an der Oberfläche reflektiert und der Grad der Reflexion ist von der Beschaffenheit der Oberfläche abhängig. Bei manchen Werkstoffen, wie Glas, werden zusätzlich Wärmestrahlen gemessen, die durch den Werkstoff hindurchgehen ohne komplett adsorbiert zu werden. Bei massiven Wänden ist dieser Effekt ausgeschlossen. Soweit der Reflexionsgrad bekannt ist, kann man die meisten Geräte so einstellen, dass dieser Messfehler minimiert wird. Zu empfehlen sind Geräte, die mit einem Laser ausgerüstet sind, der die Stelle markiert, die aktuell gemessen wird.

Die Messung der Oberflächentemperaturen mittels eines Kontaktthermometers ist sehr präzise, da, anders als bei der Infrarotmessung, mittels IR-Kamera oder IR-Messgerät die tatsächliche Temperatur der Oberfläche erfasst wird und nicht die Wärmestrahlung, die vom Bauteil ausgeht und an der Oberfläche reflektiert wird. Der größte Nachteil dieser Methode ist, dass sie sehr mühsam ist, denn man muss das Gerät für jeden Messpunkt so lange an die Wand halten, bis der Wert stabil ist und dies oft mittels Leiter an Stellen nahe der Decke oder der Decke selbst. Um sich einen Überblick zu verschaffen, ist diese Methode deshalb weniger gut geeignet.

Die optimale Kombination von Effektivität und Genauigkeit ist erreichbar durch Scannen der Oberflächen mit der „Infrarot-Messpistole“ und punktuelle Nachmessung auffälliger Bereiche mit dem Kontaktthermometer.

### 3.6.3 Echtzeitmessung

Die Problematik der thermographischen Aufnahme und der Einzelpunktmessungen ist, dass man zur Messung einen Tag mit geringer Außentemperatur braucht. Außerdem beeinträchtigt die Trägheit der Gebäude, Wärme aufzunehmen und wieder abzugeben, die Messungen erheblich. Gab es über Nacht einen Temperatureinbruch, dann hat sich dieses noch nicht auf die Gebäudehülle auswirken können und man erhält keine sicheren Werte zur Wärmebrükenanalyse. Umgekehrt würde nach Tagen eisiger Kälte ein plötzlicher Anstieg innerhalb von wenigen Stunden auch das Wärmebild verändern und somit auch die Schussfolgerungen.

Die Lösung dieses Problems bieten Langzeitmessungen an Oberflächen oder in Bauteilen. Wegen der einfachen Handhabung und der flexiblen Einsatzmöglichkeiten sind Messungen mittels W-Lan-Sensoren eine praktikable Methode. Die Sensoren können an verschiedenen Stellen in oder auf Wänden, in Fußbodenkonstruktionen oder hinter Wand- oder Deckenverkleidungen installiert werden, parallel können Lufttemperatur innen und außen erfasst werden. Der Verlauf der Temperaturen kann Aufschluss geben, wo kritische Wärmebrücken vorliegen und wie sich diese auswirken. Gleichzeitig erhält man ein Langzeit-Thermogramm zu jeden untersuchten Raum.

### 3.7 Dictheit gegen Niederschlag und Feuchtigkeit

Zur Überprüfung der Dictheit von Gebäuden gegen Wasser und Feuchtigkeit gab es bisher keine praktikablen Methoden. Messungen vor Ort durch Fachleute, z. B. nach jedem starken Regen, waren wegen der Fahrtkosten und des Zeitaufwandes wirtschaftlich nicht vertretbar. Die W-Lan-Messtechnik ermöglicht die Messung in Problemberichen ohne die Notwendigkeit mehrfacher Ortstermine mit zeitaufwendigen Messungen.

Werden die Sensoren z. B. in der Dachkonstruktion eingebaut, oder im Bereich der Bodenplatte, dann kann jederzeit, z. B. nach Starkregen oder Sturm, direkt via Internet kontrolliert werden, ob Wasser oder Feuchtigkeit in die Konstruktion bzw. das Gebäude eingedrungen ist. Auch die Verknüpfung mit einem Warnsignal bei Erreichen eines bestimmten Wertes ist möglich. So könnten z. B. dann, wenn die Sensoren feststellen, dass Wasser im Dach eingedrungen ist, eine SMS an bestimmte Personen, wie Hausmeister, Eigentümer, Verwalter geschickt werden, der sofort tätig werden kann, bevor ein größerer Schaden entstanden ist.

### 3.8 Luftdichtheit

Undichte Stellen in ansonsten gut luftdichten und wärmegedämmten Gebäuden bedeuten einen unerfreulichen und vermeidbaren Wärme- oder Energieverlust. Die aus dem Gebäudeinneren stammende Luft, die bei Undichtheiten in die Gebäudehülle und dort in die Wärmedämmzone gelangt, ist meist mit Feuchte angereichert.

Da bei niedrigen Außentemperaturen in der Dämmung ein Temperaturgradient vorliegt, kann es bei Luftundichtheiten zu Kondensationsschäden und mikrobiellen Schäden kommen. Zur Vermeidung derartiger Schäden, aber auch, um im Verdachtsfall zu klären, ob und wo mit derartigen Schäden zu rechnen ist, kann man Gebäude mit dem sog. Blower-Door-Prüfverfahren® untersuchen. Entwickelt wurde das Verfahren von der Blower Door GmbH. Hierbei wird im Türrahmen ein Gebläse eingesetzt, das einen Überdruck im Gebäude erzeugt. Es ist wichtig, dass alle anderen Öffnungen verschlossen und dicht oder abgedichtet sind. Um undichte Stellen optisch erkennen zu können, wird im Gebäude mit einem Nebelgenerator Nebel erzeugt. Von außen ist dann sehr gut zu erkennen, wo undichte Stellen in der Gebäudehülle vorliegen.

### 3.9 Dichtheit wasserführender Leitungen (Leckageortung)

Bei Hinweisen auf Undichtheiten in Abwasser- und/oder Druckwasserleitungen ist eine Leckageortung mit modernen technischen Methoden zu empfehlen. Auch bei Feuchteschäden in Flachdächern und in Fußböden mit Fußbodenheizung gehört zur Schadenserfassung eine fachmännische Leckageortung. Druckwasserrohre wurden häufig zur Prüfung auf Leckagen abgedrückt. Hierbei besteht allerdings die Gefahr, insbesondere bei älteren Rohren, dass erst dadurch Schäden verursacht werden.

### 3.10 Mikrobiologische Analysen

Das Schadensausmaß liefert wichtige Hinweise zur Ursache. Da der Schadensbereich zum Zeitpunkt der Messung trocken sein kann, z. B. wenn Witterungseinflüsse eine Rolle spielen, kann man das Ausmaß mittels Feuchtigkeitsmessungen nicht immer feststellen. In diesem Fall ist es erforderlich mittels mikrobiologischer Analysen zu klären, wo überall ein mikrobieller Befall vorliegt.

Das Thema nach der richtigen Probenahme, dem richtigen Probenahmeort, der notwendigen Anzahl an Proben, ist kompliziert und muss an dieser Stelle ausgeklammert werden. Auch die Beschreibung der verschiedenen Analysemethoden geht weit über das Thema dieses Beitrages hinaus. Deshalb werden an dieser Stelle nur die beiden geeigneten Methoden kurz dargestellt.

#### 3.10.1 Analyse von Materialproben mit Suspension

Bei dieser Methode wird entweder eine volumenbezogene oder eine flächenbezogene Analyse durchgeführt. Die Materialprobe wird zerkleinert, gewogen und die mikrobiellen Partikel werden mit einer speziellen Flüssigkeit aus der Probe herausgewaschen. Die auf diese Weise gewonnene Suspension wird in unterschiedlichen Verdünnungsstufen auf Nährböden aufgebracht.

Die Anfertigung von Verdünnungsreihen ist erforderlich, da vor der Analyse nicht bekannt ist, welche Mengen von Mikroorganismen tatsächlich vorhanden sind und eine verlässliche Auswertung nur möglich ist, wenn eine bestimmte Menge von Kolonien auf den Nährböden nicht überschritten wird. Entstehen zu viele Kolonien, dann wachsen diese ineinander und übereinander, was dazu führt, dass sie nicht mehrzählbar sind oder sich gegenseitig behindern.

Um zu vermeiden, dass auf der Probe anhaftende Anflugsporen das Ergebnis in unkontrollierter Weise beeinflussen, sollten möglichst nur tiefere Schichten beprobt werden. Die Probenahmewerkzeuge sind vor und nach der Probenahme durch Wischdesinfektion zu reinigen, um eine Querkontamination zu vermeiden. Bei der Probenahme sollten Einmal-Handschuhe getragen werden. Auch sollte die Probe direkt nach der Probenahme in steriles Material dicht verpackt werden. Es hat sich bewährt, das Material in Alufolie und anschließend in eine dichte Plastiktüte zu verpacken.

### 3.10.2 Mikroskopische Materialanalyse, Folienkontaktproben

Bei der mikroskopischen Untersuchung von Probenmaterial werden die mikrobiellen Bestandteile in der Probe meist mit Lactophenol angefärbt. Anschließend wird unter dem Mikroskop ausgewertet, ob Sporen bzw. Keime und/oder Myzel von Pilzen und Bakterien erkennbar sind. Der Vorteil dieser Methode ist, dass zwischen Sporen und Myzel unterschieden werden kann, was die Einschätzung erleichtert, ob im Material Mikroorganismen gewachsen sind oder nicht. Außerdem werden mit dieser Methode auch die mikrobiellen Partikel erkannt, die auf Nährböden evtl. nicht anwachsen, da sie bereits abgestorben sind oder andere Kultivierungsbedingungen bevorzugen.

Ein weiterer Vorteil ist, dass diese Methode erheblich schneller Ergebnisse liefert als die Auswertung gezüchteter mikrobieller Kolonien, da keine Anzüchtzeiten abzuwarten sind, bis die Probe analysiert werden kann. Die in der Regel erheblich schnellere Bearbeitung ist bei Untersuchungen im Zusammenhang mit Sanierungsarbeiten ein wesentlicher Vorteil.

Nachteile der mikroskopischen Analyse sind, dass nicht alle Arten und Gattungen auseinander gehalten werden können und dass manche Materialien je nach Materialstruktur nur schwer oder gar nicht untersucht werden können. Auch ist nicht zu erkennen, ob lebende Keime vorliegen oder ob alle abgestorben sind, weshalb mit dieser Methode nicht kontrolliert werden kann, ob eine erfolgreiche Desinfektion durchgeführt wurde oder nicht.

### 3.11 Schimmelpilz-Spürhund

Wenn der Verdacht besteht, dass ein versteckter mikrobieller Befall vorliegt, es aber nicht gelingt den Schaden zu lokalisieren, dann kann ein Schimmelpilz-Spürhund sehr nützlich sein, der zeigt, wo mikrobieller Geruch auftritt. Die Ergebnisse der Spürhundbegehung müssen sorgfältig ausgewertet werden und in der Regel sind auch begleitende Laboranalysen erforderlich, denn der Spürhund wird Stellen, an denen Materialien nur mit Geruchsstoffen kontaminiert sind, z. B. weil dort ein Blumentopf oder ein Mülleimer stand, ebenso anzeigen wie Bauteile mit einer mikrobiellen Besiedlung.



Abb. 5: Auf mikrobielle Geruchsstoffe trainierter Spürhund im Einsatz

Der Spürhund zeigt immer die Stelle mit dem stärksten Geruch an. Er kann nicht mitteilen, ob z. B. ein ganzer Fußboden nach Mikroorganismen riecht und an einigen Stellen stärker oder ob dieser nicht riecht und an einigen Stellen schwach. Es muss deshalb davor gewarnt werden, die Anzeigen des Spürhundes ohne Überprüfung mit Laboranalysen für Sanierungsempfehlungen zu verwenden. Ein gut ausgebildeter und trainierter Spürhund ist nur an wenigen Standorten in Deutschland verfügbar. Jedoch ist es schwer zu erkennen, ob die angebotene Leistung seriös ist und qualitativ hochwertig.

Der Bundesverband Schimmelpilzsanierung BSS e.V. erarbeitet mit Unterstützung durch das Umweltbundesamt in einer speziell dafür gegründeten Arbeitsgruppe von erfahrenen Fachleuten Richtlinien zur Ausbildung und zur Prüfung von Spürhunden.

#### 4 Fachgerechte Sanierung

Zur fachgerechten Sanierung gibt es Empfehlungen seitens des Umweltbundesamtes und der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft. Wer diese Empfehlungen missachtet, der handelt möglicherweise nicht nach dem Stand der Technik oder den allgemein anerkannten Regeln der Technik. Dies kann zu massivem Ärger bei der Abnahme der Arbeiten führen. Die Fälle, bei denen die Auftraggeber die Abnahme verweigern und nach der Verantwortung des Planers und/oder des Durchführenden fragen, häufen sich.

Die drei „Säulen“ einer fachgerechten Sanierung sind:

- Klären und Beseitigen der Ursache,
- Beseitigung des mikrobiell befallenen Materials,
- Dekontamination des Schadensbereiches.

Die zwingende Bedingung eines Wachstums von Schimmelpilzen und/oder Bakterien in oder auf Baumaterialien oder Inventar ist erhöhte Feuchtigkeit. Somit muss für eine dauerhaft erfolgreiche Sanierung die Ursache der Feuchtigkeit geklärt und beseitigt werden.

Je nach Ursache sind verschiedene Gewerke gefordert diese abzustellen, wie Dachdecker, Heizungs-Sanitär-Fachfirmen usw.

Schimmelpilze und Bakterien führen zu keiner Infektion bei gesunden Personen, sondern die Gesundheitsgefährdung ist auf Allergene, Toxine und andere antigene Stoffe zurückzuführen. Würde man mittels Chemikalien oder einer physikalischen Behandlung mit Hitze oder Strahlung die Mikroorganismen abtöten, aber im Schadensbereich belassen, dann beseitigt man die sowieso nicht vorhandene Infektionsgefahr, aber nicht die Stoffe, die die Symptome auslösen. Es könnte sogar geschehen, dass Mikroorganismen nach dem Abtöten Toxine freisetzen, wie z. B. bestimmte Bakterien die sog. Endotoxine.

Aus diesem Grund muss mikrobiell besiedeltes Material entfernt werden.

Nach Beseitigung der Ursache und der Feuchtigkeit, sowie des mikrobiell befallenen Materials muss abschließend die Verunreinigung der Räume, welche durch die Verbreitung mikrobieller Stoffe vor und während der Sanierung verursacht wurde, mittels fachgerechter Reinigung beseitigt werden.

Bezüglich dieser auch als Feinreinigung bezeichneten Dekontamination gibt es so manche Fehleinschätzung. Die mikrobiellen Partikel haben sich weitgehend wie Feinstaub auf den Oberflächen abgesetzt. Die Feinreinigung ist deshalb nichts anderes als eine überaus gründliche Staubentfernung. Glatte Flächen können mit gewöhnlichen Reinigungsmitteln feucht abgewaschen werden, poröse Oberflächen zum großen Teil mit einem leistungsstarken Sauger der Staubklasse H abgesaugt und Textilien gewaschen werden. Manche Gegenstände sind nicht in ausreichender Qualität mit diesen Methoden zu reinigen, wie z. B. Akten und Matratzen, und sollten entweder entsorgt oder mit speziellen Methoden dekontaminiert werden, siehe hierzu das „Praxishandbuch – Schimmelpilzschäden“.

Folgt man den Empfehlungen der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft, kurz BG Bau, dann sollte man durch geschicktes Auswählen der Sanierungstechnik die Staubfreisetzung so weit wie möglich minimieren. Als „staubärmste“ Methode zur Beseitigung von Wandbeschichtungen und Putzen wird in der BGI 858 die Sprühextraktion genannt, welche jedoch in der täglichen Praxis bis heute kaum angewendet wird.

Eine Alternative zur Sprühextraktion ist die Sanierung nach dem D-MIR®-Verfahren. Bei dieser Methode wird durch eine Optimierung der Geräte eine sehr gute Stauberfassung erreicht und die dennoch auftretende Reststaubbelastung mittels einer geschickt konzipierten Staubabsaugung erfasst und beseitigt. Der Geräteaufwand ist beim D-MIR®-Verfahren geringfügig größer als bei den meisten anderen Verfahren, aber die Kosten sind insgesamt in der Regel nicht höher, sondern eher niedriger, da die abschließende Feinreinigung mit deutlich geringerem Aufwand verbunden ist.

Leider werden zur „Luftreinigung“ sog. Vernebelungsgeräte eingesetzt, mit denen Desinfektionsmittel in der Raumluft verteilt werden. Diese Methode führt jedoch zu keiner Staubbeseitigung, sondern nur zu einem Abtöten von Keimen, wobei die Mehrzahl der luftgetragenen mikrobiellen Partikeln, die in 10- bis 100fach größerer Anzahl auftreten, sowieso keine Keime darstellen. Besser ist es, wenn man die in der Luft schwebenden Partikel durch eine starke Raumbelüftung ins Freie transportiert. Eine Unterdruckanlage mit integriertem HEPA-Feinstaubfilter führt zu einer raschen Beseitigung der Partikel. Eine weitere sehr effektive Maßnahme ist der Einsatz hochqualitativer Luftreinigungsgeräte soweit diese über ausreichende Leistung, hohem Abscheidegrad und ausreichender Standzeit verfügen.

Auch wenn der Einsatz von Desinfektionsmitteln in der Regel nicht erforderlich ist, und deshalb sowohl vom Umweltbundesamt als auch von der BG Bau nicht empfohlen wird, gibt es Sonderfälle, bei denen eine Desinfektion sinnvoll sein kann. Bei einer Sanierung in der Krankenstation einer Klinik kann reale Infektionsgefahr vorliegen. Um diese umgehend zu beseitigen, ist die Desinfektion schon vor Beginn der Sanierung sinnvoll. Auch wenn noch kein nennenswertes mikrobielles Wachstum aufgetreten ist, könnte man ggf. mittels Desinfektion dieses verhindern.

## Literatur

Umweltbundesamt (UBA) (Hrsg.): Leitfaden zur Ursachensuche und Sanierung bei Schimmelpilzwachstum in Innenräumen („Schimmelpilz-Sanierungsleitfaden“), Dessau 2005.

Umweltbundesamt (UBA) (Hrsg.): Leitfaden zur Vorbeugung, Untersuchung, Bewertung und Sanierung von Schimmelpilzwachstum in Innenräumen, Dessau 2002.

WHO = World Health Organization: WHO Guidelines for Indoor Air Quality: Dampness and Mold, 2009 (In Deutsch als Kurzfassung unter dem Titel: WHO-Leitlinien zur Innenraumluftqualität: Feuchtigkeit und Schimmel).

Robert-Koch-Institut, Mitteilung des RKI (2007): Schimmelpilzbelastungen in Innenräumen-Befunderhebung, gesundheitliche Bewertung und Maßnahmen.

Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft (BG Bau): Handlungsanleitung – Gesundheitsgefährdungen durch biologische Arbeitsstoffe bei der Gebäudesanierung (BGI 858), 2006.

Lorenz Wolfgang: Praxishandbuch – Schimmelpilzschäden, Rudolf Müller Verlag, Köln, 2012.



**Lorenz, Wolfgang**

Dr.-Ing.

von der IHK Düsseldorf öffentlich bestellt und vereidigter Sachverständiger für Schadstoffe in Innenräumen und Gebäuden

seit 1992: Inhaber des Dr. Lorenz – Institutes für Innenraumdiagnostik in Düsseldorf

seit 2007: Mitglied der Innenraumlufthygienekommission des Umweltbundesamtes

Vorsitzender des Bundesverbandes für Schimmelpilzsanierung BSS e.V.

Leiter des BSS Fachausschusses „Sachkunde“

Gastmitglied der Vorstandskommission „Umweltmedizin“ der KVWL

Fachliche Betreuung von Diplomarbeiten an der FH Niederrhein, der ETH Zürich und der TU Berlin.

Partner und Teilnehmer in verschiedenen Forschungsprojekten, u. a. zur Untersuchung von Actinomyceten.

Autor des Fachbuches „Praxishandbuch-Schimmelpilzschäden“ und von zahlreichen wissenschaftlichen Veröffentlichungen.

Chairman bei wissenschaftlichen Kongressen, u. a. Indoor Air 2002 in Monterey/USA, Healthy Buildings 2003 in Singapur, GHUP-Tagung 2008 in Graz, Forum Innenraumhygiene 2009 in Essen.

# Schäden an und durch moderne Anlagen zur Wärmeerzeugung

Stefan Wirth

## Kurzfassung

Mit der Verabschiedung des Neue Energien Wärmegesetzes [1] wird in allen Neubauten und in sanierten Altbauten der öffentlichen Hand zwingend bei der Wärme- und Kälteerzeugung der Einsatz regenerativer Energien zu berücksichtigen sein. Zukünftig steht hier eine Ausweitung auf alle Gebäude zu erwarten. Der Schatz langjähriger Erfahrungen mit dem Einsatz regenerativer Methoden zur Wärme- und Kälteerzeugung ist mit Ausnahme der Solarthermie begrenzt. Daher ist mit diesen Anlagen ein erhöhtes Schadenspotential gegeben. Das Schadenspotential vergrößert sich weiter durch die deutlich gegenüber anderen Anlagen höheren Investitionskosten. Nachfolgend werden diejenigen Schäden erläutert, die sich auch im fachlichen Zuständigkeitsbereich von Architekten, Bauingenieuren und Bausachverständigen bewegen. Hierdurch sollen dem allgemeinen Baufachmann ohne besondere Fachkenntnisse der Technischen Gebäudeausrüstung Werkzeuge zur Schadensprävention an die Hand gegeben werden.

## 1 Einleitung

Anlagen zur Nutzung regenerativer Energien bei der Wärme- und Stromerzeugung gehören heute zum technischen Standard in Neubauten und zunehmend auch bei der Altbausanierung. Gerade bei kleineren Bauvorhaben (Einfamilienhäuser und kleinere Mehrfamilienhäuser) steht dem Architekten oder einem Sachverständigen für Gebäudeschäden bei der Bewertung derartiger Anlagen im Regelfall kein Sonderfachmann zur Verfügung. Auf eine frühzeitige Einschaltung von Sonderfachleuten bereits während der Planungsphase wird bei kleineren Bauvorhaben häufig alleine aus Kostengründen verzichtet, weil sich die Honorarkosten des Sonderfachmanns in keinem vertretbaren Verhältnis zu den Gewerkekosten bewegen werden. In dieser Situation muss ein Architekt/Bauingenieur oder ein Sachverständiger für Gebäude- schäden Angebote und auch die Ausführung derartiger Anlagen so weitgehend beurteilen können, dass im Regelfall die Hinzuziehung eines Sonderfachmannes gar nicht mehr notwendig ist. Die Beauftragung eines Sonderfachmannes bei kleineren Bauvorhaben rechtfertigt sich erst dann, wenn die Angebote oder die Ausführung auf eine besonders hohe Fehlerdichte schließen lassen. Hierbei ist eine Kenntnis der wichtigsten Schäden an und durch solche Anlagen notwendig, wenn Haftungsfallen vermieden werden sollen.

Ein besonderes Problem stellen die hohen investitionsgebundenen Kosten moderner Anlagen zur Wärmeversorgung dar. Diagramm 1 zeigt die spezifischen (auf die Wärmeleistung bezogenen) Investitionskosten unterschiedlicher Wärmeerzeuger.

Das Ende der blauen Säule steht für die Minimalkosten und das Ende der roten Säule für die maximal zu erwartenden Kosten. Mit Hilfe dieses Diagrammes können die Investitionskosten durch Multiplikation mit der Wärmeerzeugerleistung ermittelt werden. Gerade die im Bereich regenerativer Energien besonders häufig eingesetzte Wärmepumpentechnologie kann bis zu zehnfach höhere Investitionskosten als ein Gaskessel verursachen. Schäden an und durch eine Wärmepumpenanlage sind daher mit einem deutlich höheren Kostenrisiko verbunden.

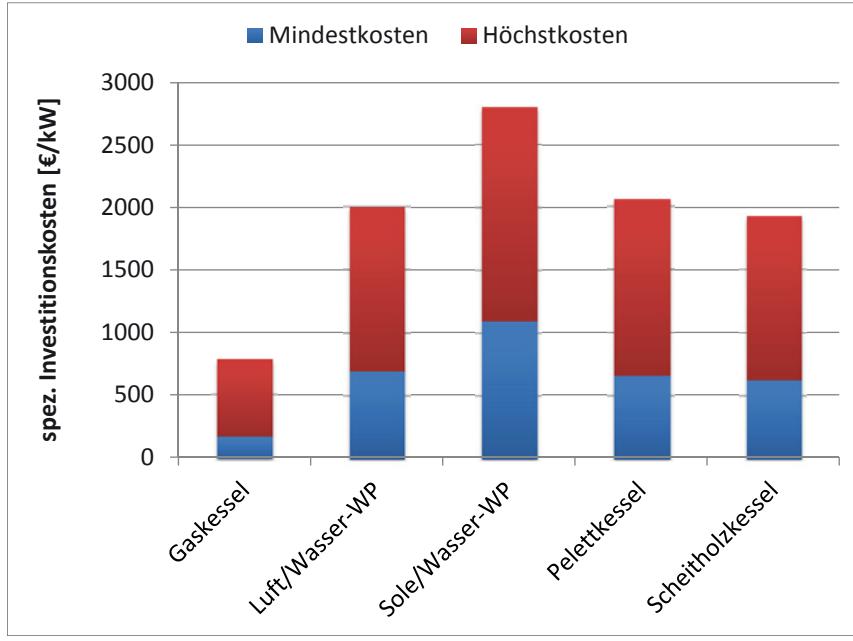


Diagramm 1: Kosten unterschiedlicher Wärmeerzeuger

## 2 Solarthermie

### 2.1 Konstruktion

Unter einem Sonnenkollektor wird allgemein eine Einrichtung zur Umwandlung der Sonneneinstrahlung in Wärme verstanden. Derjenige Bauteil eines Kollektors, in dem diese Umwandlung stattfindet, wird Solarabsorber bzw. Absorber genannt. Im einfachsten Falle handelt es sich bei dem Solarabsorber um Leitungen, in der Regel aus Kupfer oder Kunststoff, in welchen der Wärmeträger strömt. Als Wärmeträger wird wegen der Einfriergefahr meistens eine Wasser-/Frostschutzmittelgemisch verwendet. Zur Verbesserung des Wirkungsgrades sind an die Leitungen noch Wärmeleitbleche ausgestattet.

Sonnenkollektoren arbeiten nicht verlustfrei (siehe Diagramm 2). Man unterscheidet zwischen den Intensitätsverlusten, auch optische Verluste genannt, als Folge der Reflexion eines Teils der auf den Absorber auftreffenden Sonneneinstrahlung und den Wärmeverlusten. Die Solarabsorber können nicht die gesamte auftreffende Sonneneinstrahlung absorbieren. Die Intensitätsverluste von Sonnenkollektoren mit einer Einfachglasabdeckung, wie sie heute üblich ist, betragen ca. 15 %. Unter den Wärmeverlusten eines Sonnenkollektors wird derjenige Anteil der absorbierten Sonneneinstrahlung verstanden, welcher durch Konvektion und Wärmestrahlung an die Umgebung abgegeben wird. Die Wärmeverluste eines Sonnenkollektors sind auch abhängig von der Differenz zwischen der Betriebstemperatur des Sonnenkollektors und der Umgebungstemperatur (siehe Diagramm 2). In Abhängigkeit der verschiedenen Maßnahmen zur Verbesserung des Wirkungsgrades und der Art des Wärmeträgermediums wird zwischen folgenden Kollektoren unterschieden:

- Solarabsorber (siehe Abb. 1)
- Flachkollektor (siehe Abb. 2)
- Vakuum-Röhrenkollektor (siehe Abb. 3)
  - Direkte Anbindung
  - Wärmerohr

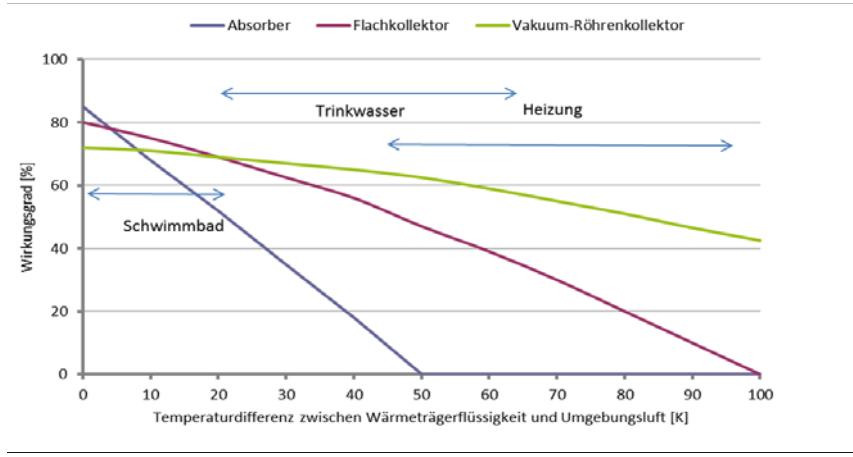


Diagramm 2: Nutzungsgarde unterschiedlicher Kollektortypen [4]

Die einfachste Form eines Sonnenkollektors stellt die ledigliche Installation eines Solarabsorbers dar. Da hierbei auf zusätzliche wirkungsgradsteigernde Maßnahmen verzichtet wird, eignen sich Solarabsorber in Mitteleuropa lediglich für den Einsatz während der Sommermonate und der Übergangszeit. Im Winter sind die Wärmeverluste des Solarabsorbers so groß, dass eine Nutzung der Sonneneinstrahlung nicht mehr möglich ist. Solarabsorber werden daher in Mitteleuropa hauptsächlich für die Beckenwasserbeheizung von Freibädern eingesetzt. Hier sind Solarabsorber den anderen Kollektoren wegen des hohen Wirkungsgrades von 85 % überlegen (siehe Diagramm 2); d. h., der Einsatz von Flachkollektoren oder sogar Vakuum-Röhrenkollektoren zur Schwimmbadwasserbeheizung würde einen Fehler darstellen.



Abb. 1: Solarabsorber



Abb. 2: Flachkollektor



Abb. 3: Vakuum-Röhrenkollektor

Flachkollektoren bestehen aus einem Absorber, in dem die Rohrleitungen des Wärmeträgers verlaufen, und einer Abdeckung aus hagelschlagbeständigem Einfachglas. Neuartige Absorber weisen eine selektive Beschichtung mit hoher Absorptionszahl im Spektrum des Sonnenlichts und niedriger Emissionszahl im Spektrum der Wärmestrahlung auf. Gleichzeitig ist auch die Glasabdeckung mit einer besonderen Beschichtung versehen, die die Reflektion im Bereich des Spektrums der Sonneninstrahlung herabsetzt. Hierdurch werden die Gewinne aus der Sonneneinstrahlung bei gleichzeitiger Minimierung der thermischen Verluste vergrößert. Die thermischen Verluste können durch eine Edelgasfüllung des Scheibenzwischenraums weiter gesenkt werden. Nach unten, zum Gebäude hin, sind die Flachkollektoren mit einer Wärmedämmung versehen. Eine effektive Unterstützung der Gebäudeheizung mit Flachkollektoren ist infolge der im Vergleich zu den Vakuumkollektoren großen Wärmeverluste im Allgemeinen nicht möglich. Nur wenn Heizsysteme mit geringen Betriebstemperaturen wie z. B. Fußbodenheizungen eingesetzt werden, können mit einem Flachkollektor noch für die Gebäudeheizung nutzbare Vorlauftemperaturen erzeugt werden.

Wenn der Luftspalt zwischen der Glasabdeckung und dem Solarabsorber evakuiert ist, spricht man von einem Vakuum-Flachkollektor. Damit das Vakuum über die rechnerische Nutzungsdauer des Kollektors erhalten bleibt, sind besondere technische Vorkehrungen erforderlich (luftdichtes Gehäuse, Abstandhalter, Vakuumdichtung). Aufgrund der Evakuierung des Luftspaltes zwischen dem Absorber und der Glasabdeckung werden die Wärmeverluste des Sonnenkollektors durch Konvektion reduziert. Wegen des hohen konstruktiven Aufwands haben sich Vakuum-Flachkollektoren aus Kostengründen nicht durchsetzen können. Von der Funktionsweise mit dem Vakuum-Flachkollektor vergleichbar sind die Vakuum-Röhrenkollektoren mit direkter Anbindung. Anstelle des Flachkollektors besteht der Vakuum-Röhrenkollektor aus mehreren einzelnen Glasröhren, in denen eine selektiv beschichtete Kupferleitung einschließlich Wärmeleitblech verläuft.

Im Gegensatz zu den vorstehenden Kollektortypen erfolgt bei den Vakuum-Röhrenkollektoren mit Wärmerohr eine Systemtrennung zwischen dem Wärmeträger innerhalb der Vakuumröhre und dem Wärmeträger in den Anschlussleitungen. In der Kupferleitung des Absorbers befindet sich eine Flüssigkeit unter niedrigem Innendruck, in der Regel Wasser oder Alkohol, welche durch die Sonneneinstrahlung verdampft. Der gasförmige Wärmeträger strömt zum oberen Ende des Kollektors, wo er die Verdampfungswärme in einem Wärmetauscher an den Wärmeträger der Anschlussleitungen abgibt und wieder kondensiert. Im Gegensatz zu den Vakuum-Röhrenkollektoren mit direkter Anbindung sind die Vakuum-Röhrenkollektoren mit Wärmerohr nicht frei in der Kollektorausrichtung sondern müssen aufgrund ihres Funktionsprinzips mit dem Wärmeaustauscher nach oben angeordnet werden. Der Vorteil der Vakuum-Röhrenkollektoren mit Wärmerohr besteht darin, dass die Eigensicherheit der Kollektoranlage einfacher herzustellen ist (zur Definition des Begriffs der Eigensicherheit siehe Abschnitt 2.2.3).

## 2.2 Kollektormontage

Bei der Installation von Solarkollektoren wird zwischen der In-Dach-Montage und der Auf-Dach-Montage unterschieden. Die Integration der Solarkollektoren bei der In-Dach-Montage erfordert regensichere Anschlüsse zwischen den Kollektoren und der Dacheindeckung. Da bei der Auf-Dach-Montage die Dacheindeckung unverändert bleibt, kann hier auf aufwendige Abdichtungsmaßnahmen verzichtet werden. Außerdem ist eine eindeutige Trennung der Zuständigkeiten Kollektor und Dacheindichtung gegeben. Aus diesem Grund sollte der Auf-Dach-Montage grundsätzlich, wenn keine statischen Bedenken dagegen sprechen, der Vorzug gegeben werden. Die Anschlussleitungen zu den Kollektoren werden über einen Lüftungsziegel vom Gebäude zu dem Sonnenkollektor installiert. Problematisch bei der Auf-Dach-Montage ist jedoch, dass die Sonnenkollektoren eine zusätzliche Last für die Dachkonstruktion darstellen. Insoweit ist ein statischer Nachweis und erforderlichenfalls eine Verstärkung der Dachkonstruktion notwendig. Für die Auf-Dach-Montage eignen sich im Falle einer Nachrüstung besonders die Vakuum-Röhrenkollektoren, die über ein geringes Eigengewicht verfügen.

Der Kollektorneigungswinkel sollte nicht weniger als  $20^\circ$  betragen, da ansonsten eine Selbstanreinigung nicht mehr gewährleistet ist. Bei einer Südorientierung des Kollektors haben sich Neigungswinkel zwischen  $30$  und  $50^\circ$  als optimal erwiesen.

## 2.3 Rohrleitungen

Die Verbindung zwischen den Kollektoren und den Installationen in der Heizzentrale (z. B. Pufferspeicher oder Trinkwassererwärmer) erfolgt in der Regel über metallische Rohrleitungen (vorwiegend Kupferrohrleitungen [8] aber auch Stahlrohrleitungen), weil Rohrleitungen aus Kunststoff oder Verbundmaterial für die möglichen Betriebstemperaturen ungeeignet sind. Bei Stillstand der Umwälzung (z. B. wenn der Pufferspeicher oder der Speicher-Trinkwassererwärmer aufgeladen sind) können sich Betriebstemperaturen von 160 °C und höher (letzteres im Falle von Vakuum-Röhrenkollektoren) einstellen. Die Rohrleitungsverbindungen müssen ebenfalls an die hohen Betriebstemperaturen angepasst sein. Geeignet sind Schweiß-, Hartlötz- und Pressverbindungen. Bei Letzteren sind hochtemperaturbeständige Dichtungen einzusetzen. In Deutschland nicht zulässig sind Weichlötverbindungen [8]; für Österreich sind aber Weichlote für den Betrieb mit Flachkollektoren zugelassen.

Wegen der im Bereich des Kollektors bestehenden Frostgefahr arbeiten die meisten Systeme zur thermischen Sonnenenergienutzung mit einem Wasser-/Frostschutzmittelgemisch als Wärmeträger. Durch die Beimischung des Frostschutzmittels erhöht sich die Viskosität und die Kriechfähigkeit des Wärmeträgers. Wasserdichte Rohrleitungsverbindungen müssen daher nicht zwangsläufig auch gegenüber dem Wasser-/Frostschutzmittelgemisch dicht sein. Aus diesem Grund sollte die Druckprobe am Rohrleitungssystem bereits mit dem Wasser-/Frostschutzmittelgemisch durchgeführt werden.

Die hohen Stillstandstemperaturen werden von einem Verdampfen des in den Kollektoren enthaltenen Wasser-/Frostschutzmittelgemisches begleitet. Gleichzeitig steigt auch der Betriebsdruck an. Thermische Solaranlagen müssen gegenüber dieser Druckerhöhung während der Stillstandszeiten eigensicher konstruiert sein. Die technischen Regeln für thermische Solaranlagen [2], [3] empfehlen verschiedene Maßnahmen zur Eigensicherung. Hierzu gehören ein hoher Betriebsdruck der Anlage, ein ausreichend dimensioniertes Ausdehnungsgefäß und eine automatische Druckhaltung über ein Sicherheitsventil und eine Druckdiktierpumpe. Von diesen Maßnahmen hat sich bei kleineren Baumaßnahmen in der Praxis die Dimensionierung des Ausdehnungsgefäßes auf das bei Dampfbildung in den Kollektoren entstehende, zusätzliche Volumen als am praktikabelsten herausgestellt.

## 2.4 Thermisch unterstützte Trinkwassererwärmung

Zur solarunterstützten Trinkwassererwärmung ist entweder die Installation eines zusätzlichen, von den Solarkollektoren aufzuladenden Pufferspeichers erforderlich, oder aber der Trinkwassererwärmer muss über einen zusätzlichen Wärmeaustauscher für den Anschluss der Sonnenkollektoren verfügen (siehe Abb. 6). Trinkwassererwärmer mit zwei Wärmeübertragern werden als bivalent bezeichnet. Die Verwendung von bivalenten Speicher-Trinkwassererwärmern stellt die finanziell günstigere Lösung dar. Hierbei sind in Abhängigkeit der Kollektorgüte je zu versorgende Person Kollektorflächen zwischen 1 und 2 m<sup>2</sup> sowie Speichervolumina zwischen 80 und 120 l vorzuhalten. Für größere Gebäude und Sonderbauten finden sich in den technischen Regeln und der Fachliteratur Hinweise zur Dimensionierung der Kollektorflächen und Speicherinhalt [2], [3].

Systeme mit Pufferspeichern sind heute noch nicht weit verbreitet. Zukünftig ist jedoch aus hygienischen Gründen ein größerer Marktanteil dieser Systeme zu erwarten. Der Nachteil bivalenter Speicher-Trinkwassererwärmer besteht in großen Volumina bei gleichzeitig gerade in der Übergangszeit niedrigen und hygienisch bedenklichen Bevorratungstemperaturen zwischen 40 und 50 °C. Diese hygienischen Nachteile werden durch die Verwendung von Pufferspeichern mit Trinkwassererwärmern nach dem Durchflussprinzip vermieden, weil hier die aus der Sonneneinstrahlung gewonnene Wärme nicht im Trinkwasser sondern im Heizwasser gespeichert wird. Die eigentliche Trinkwassererwärmung kann gerade in kleineren Bauvorhaben hygienisch besonders günstig über Trinkwassererwärmer nach dem Durchflussprinzip erfolgen.

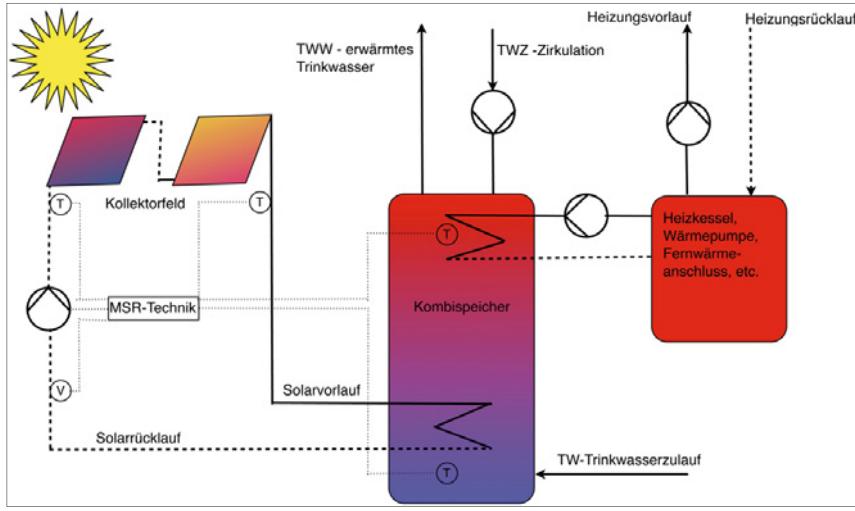


Abb. 6: Solargestützte Trinkwassererwärmung

## 2.5 Thermisch unterstützte Gebäudeheizung

Die Nutzung der Sonnenenergie zur Unterstützung der Gebäudebeheizung ist in Mitteleuropa nur in eingeschränktem Maße möglich, da das Maximum der Sonneneinstrahlung im Sommer besteht, wohingegen der maximale Gebäudewärmebedarf im Januar vorliegt (siehe Diagramm 3). Damit überhaupt ein nennenswerter Anteil des Gebäudewärmebedarfs von der Sonnenenergie gedeckt werden kann, ist es erforderlich, den Gebäudewärmebedarf durch entsprechende Wärmeschutzmaßnahmen zu reduzieren. Zur Nutzung der Sonneneinstrahlung für die Gebäudeheizung ist entweder ein zusätzlicher Pufferspeicher (siehe Abb. 7) oder ein sog. Kombispeicher erforderlich. Der Kombispeicher besteht aus einem Pufferspeicher, in dessen Innerem noch ein eigener Brauchwasserbereiter nach dem Speicherprinzip angeordnet ist. Darüber hinaus ist zur Erzielung einer relevanten solaren Deckungsrate eine signifikante Vergrößerung der Kollektorfläche notwendig (siehe Diagramm 3).

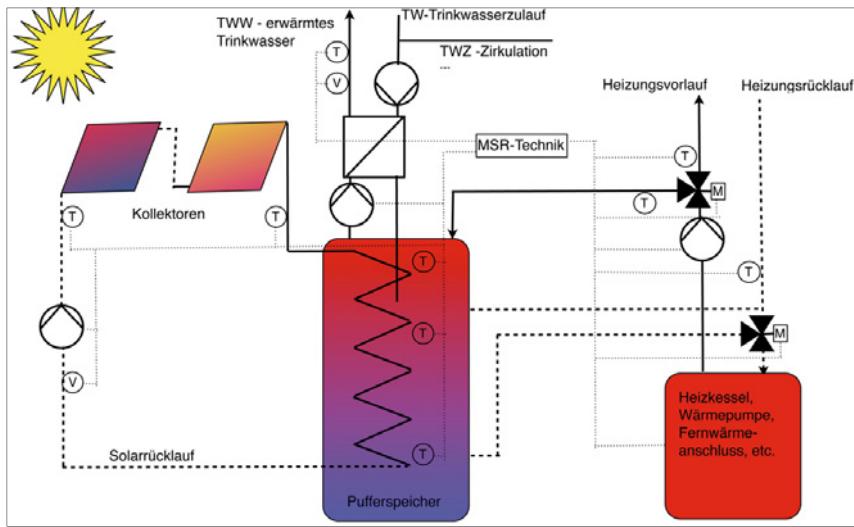


Abb. 7: Solargestützte Gebäudeheizung

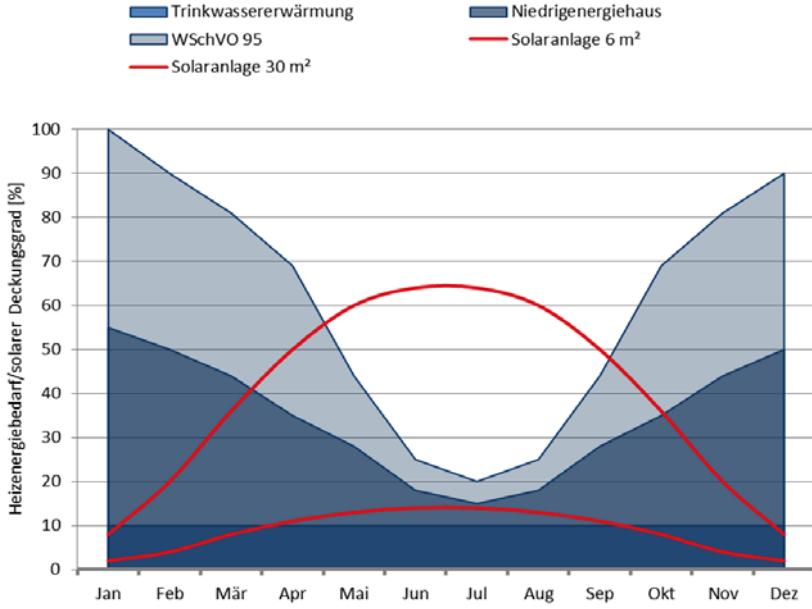


Diagramm 3: Jahreszeitliche Abhängigkeit des Heizenergiebedarfs/solaren Deckungsgrads [4]

## 2.3 Schäden

### 2.3.1 Früher zu beobachtende Schäden

Bei der Errichtung der ersten thermischen Solaranlagen standen häufig noch keine Systemlösungen zur Verfügung. Die Handwerksbetriebe (in der Regel Fachbetriebe für Heizungs- und Sanitärtechnik) waren daher gezwungen, aus Einzelbauteilen (Kollektoren, Rohrleitungen und meistens einem bivalenten Speicher-Trinkwassererwärmer) ein eigenes System zur thermischen Sonnenenergienutzung herzustellen. Schäden an alten thermischen Solaranlagen sind dabei überall dort aufgetreten, wo Schnittstellen des selbst entwickelten Systems zum Gebäude vorhanden waren. Typisch hierfür sind Undichtheiten im Bereich der Dachkonstruktion, weil für eine In-Dach- oder Auf-Dach-Montage (siehe Abb. 4 und 5) keine an die vorhandene Dachkonstruktion angepassten Systembauteile zur Verfügung standen.

Ein weiterer typischer Schaden bei älteren thermischen Solaranlagen bestand früher in der unzureichenden Integration der thermischen Solaranlage in die Regelung der Heizungsanlage. Die Heizungsregelung hat bei Vorhandensein einer thermischen Solaranlage die zusätzliche Aufgabe den eigentlichen Wärmeerzeuger bei ausreichendem Wärmeangebot durch die Sonneneinstrahlung nicht in Betrieb zu nehmen.

Bei einer unzureichenden Integration der thermischen Solaranlage in die Heizungsregelung versorgten dann im günstigsten Fall beide Wärmeerzeuger gemeinsam und gleichzeitig die Gebäudeheizung und/oder die Trinkwassererwärmung mit Wärme. Der eigentliche Schaden bestand dann in einem reduzierten solaren Deckungsanteil.

Im ungünstigsten Fall konnte eine unzureichende Integration der thermischen Solaranlage in die Gebäudeheizung auch zu wesentlich erhöhten Wärmeverlusten/verbräuchen führen. Die thermische Solaranlage muss durch die Gebäudeheizung zwangsweise zu Zeiten unzureichender oder fehlender Sonneneinstrahlung außer Betrieb gesetzt werden. Wenn die Heizungsregelung nicht in der Lage war, ein unzureichendes solares Angebot zu erkennen, wurde über den Wärmeerzeuger der Gebäudeheizung für den Pufferspeicher oder den Trinkwassererwärmer Wärme bereit gestellt. Über den Solarkreislauf wurde dann diese Wärme an die Umgebung abgegeben. Gerade dieser typische Schaden aus den Anfangsjahren der Solarthermie ist heute dadurch ausgeschlossen, dass Systeme eingebaut werden, die den Betrieb des Wärmeerzeugers und die Solaranlage gegeneinander verriegeln. Über einen Temperaturfühler im Bereich der Kollektoren wird hierbei entweder die Solaranlage oder der Wärmeerzeuger in Betrieb genommen. Dieser Temperaturfühler dient zur Feststellung einer ausreichenden Wärmeerzeugung durch die Kollektoren.

### 2.3.2 Heute häufig beobachtbare Schäden

Heute werden thermische Solaranlagen als Systeme angeboten. Diese Systeme ermöglichen eine weitgehende Integration in das Gebäude. Insoweit sind Schäden im Bereich der Schnittstellen innerhalb der Solaranlage oder zu den übrigen Gewerken eher selten zu beobachten. Häufiger treten Schäden als Folge einer unzureichenden Prüfung des Gebäudeentwurfs im Hinblick auf eine Eignung zur Installation einer thermischen Solaranlage auf. Typisch hierfür sind durch das Gebäude oder die Um-

gebung verschattete Kollektoren (siehe Abb. 8), Kollektoren auf Dächern mit einem zu geringen Neigungswinkel und einer hierdurch bedingten unzureichenden Selbstreinigung (siehe Abb. 9) oder nicht konsequent nach Süden orientierte Kollektoren (z. B. Kollektoren mit Ost- oder West-Ausrichtung). In allen drei Fällen wird sich der angestrebte/erwartete solare Deckungsgrad nicht einstellen.



Abb. 8: Verschattungsmöglichkeit der Kollektoren durch Bäume



Abb. 9: unzureichende Neigung

Ein weiterer typischer Schaden besteht im Einsatz einer solarthermischen Anlage zur Heizungsunterstützung im wärmetechnisch nicht sanierten Altbau. In Diagramm 3 sind hierzu die solaren Deckungsgrade einer Anlage mit 6 m<sup>2</sup> und einer Anlage mit 30 m<sup>2</sup> Kollektorfläche dem monatlichen Energiegewinn gegenübergestellt. Deutlich erkennbar ist die Phasenverschiebung um sechs Monate zwischen dem Maximum des Energiebedarfs (Dezember/Januar) einerseits und dem Maximum der Sonnen einstrahlung (Juni) andererseits. Die heute üblicherweise für Einfamilienhäuser zur Ausführung gelangende Anlage mit einer Kollektorfläche von 6 m<sup>2</sup> kann einen Deckungsgrad von über 50 % zur Trinkwassererwärmung leisten. Eine darüber hinausgehende deutliche Unterstützung der Gebäudeheizung ist nur bei einem Gebäude mit heutigem Dämmstandard ('Niedrigenergiehaus') erkennbar. In Altbauten ist der solare Deckungsgrad bei der Gebäudeheizung dagegen vernachlässigbar klein. Die Kollektorfläche muss auf über 30 m<sup>2</sup> vergrößert werden, damit in Bezug auf den Dämmstandard der Wärmeschutzverordnung 95 [7] überhaupt ein Deckungsgrad über 50 % erreicht werden kann. Derartige Anlage scheiden häufig bereits wegen der fehlenden Stellfläche für die Pufferspeicher im Wohnungsbau aus. Außerdem finden sich in wärmetechnisch nicht sanierten Altbauten auch meistens noch alte auf Vorlauftemperaturen von 90 °C ausgelegte Heizkörper; mit diesen Heizkörpern lassen sich die in Diagramm 2 dargestellten Deckungsgrade nicht erreichen, weil die Kollektoren hohe Vorlauftemperaturen liefern müssen und dann bei niedrigen Wirkungsgraden arbeiten (siehe auch Diagramm 2). Ein weiterer Nachteil besteht in langen Stillstandszeiten im Sommer, worunter die Lebensdauer der Kollektoren leidet. Darüber hinaus gilt, bei Investitionskosten im Bereich von 1.000 €/m<sup>2</sup> ([4] dort S2 517) Kollektorfläche derartige Großanlagen im wärmetechnisch unsanierten Altbau nicht die Wirtschaftlichkeit einer Fassadensanierung erreichen werden. Die Installation einer thermischen Solaranlage mit Heizungsunterstützung muss also in einem thermisch nicht sanierten Altbau als Fehler bezeichnet werden.

Bei den Systemen zur solarthermischen Trinkwassererwärmung und Gebäudeheizung werden die Kollektoren über industriell vorgedämmte, meistens flexible Rohrleitungen mit der Heizzentrale verbunden. Da der Kollektoranschluss den baulichen Gegebenheiten angepasst werden muss, ist an dieser Stelle die Verwendung vorgedämmter Leitungen nicht möglich. Häufig wird dann bei der vor Ort angebrachten Wärmedämmung entweder kein temperaturbeständiges oder UV-beständiges Material eingesetzt (siehe Abb. 10), oder es fehlt ein Schutz vor Vogelpick (siehe Abb. 11) z. B. mittels einer verzinkten Stahlblechummantelung oder der Verwendung einer Ummantelung aus sogenanntem „Alugrobkorn“.

Die Dicke der Wärmedämmung muss sich an den Vorgaben der Energieeinsparverordnung orientieren. Die Energieeinsparverordnung weist zwar keine Mindestdicken für die Wärmedämmung von thermischen Solaranlagen aus [7]. In den technischen Regeln zu thermischen Solaranlagen wird jedoch ausdrücklich die Einhaltung der in der Energieeinsparverordnung genannten Dämmdicken gefordert [2], [3]. In Bezug auf die im Freien verlegten Rohrleitungen bedeutet dies, dass sich seit der Novellierung der Energieeinsparverordnung im Jahr 2009 die Mindestdämmenden verdoppelt haben. Damit beträgt die Dämmdicke einer Rohrleitung mit einem Innendurchmesser von 20 mm nicht mehr 20 mm Dicke sondern 40 mm; die Dämmdicken beziehen sich auf eine Wärmeleitfähigkeit von 0,035 W/(mK). Die in den Abb. 10 und 11 dargestellten Wärmedämmungen wären daher bezogen auf das Anforderungsniveau von heute mangelhaft, da Dämmdicken von weniger als 20 mm realisiert werden. Wenn die in den Abb. 10 und 11 verwendeten Dämmenschläuche aus geschlossenem Weichschaummaterial verwendet werden, wären eigentlich noch größere und über 40 mm hinausgehende Dämmdicken erforderlich, da derartiges Weichschaummaterial eine Wärmeleitfähigkeit von 0,040 bis 0,045 W/(mK) aufweist.



Abb. 10: Alterung der Wärmedämmung durch Sonneneinstrahlung



Abb. 11: Vogelpick

Auch bei der eigensicheren Absicherung gegenüber der Dampfbildung in Stillstandszeiten muss die thermische Solaranlage an die baulichen Gegebenheiten angepasst werden. Der Inhalt des Ausdehnungsgefäßes ist von der Länge der im Freien verlaufenden Rohrleitungen abhängig, weil prinzipiell der gesamte Inhalt der im Freien angeordneten Rohrleitungen bei Stillstand der Umwälzpumpe verdampfen kann. Wenn hier das Volumen des Ausdehnungsgefäßes zu klein gewählt wird, wird das Sicherheitsventil des Solarkreislaufs ansprechen. Damit wird während der Stillstandszeiten

Solarflüssigkeit verloren gehen. Bei häufigem Ansprechen des Sicherheitsventils verringert sich das Volumen der Solarflüssigkeit so sehr, dass eine Umwälzung über die Kollektoren nicht mehr möglich ist. Die Folge einer unzureichenden Eigensicherheit besteht dann in zusätzlichen Stillstandszeiten. Hierdurch können die Kollektoren beschädigt werden, weil sich in den Stillstandszeiten hohe thermische Belastungen einstellen (siehe Abb. 12 und 13). Die Kollektorkonstruktion ist aber lediglich auf die üblichen Stillstandszeiten (z. B. während längerer Schönwetterperioden im Sommer) ausgelegt.



Abb. 12: Überdimensionierte Kollektoranlage

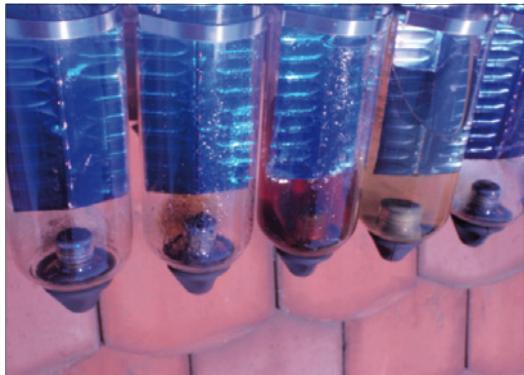


Abb. 13: Durch Hitzeeinwirkung beschädigte Kollektoren aus Abb. 12

### 3 Wärmepumpen

#### 3.1 Konstruktion

Die Wärmeversorgung mit einer Wärmepumpe beruht auf einem thermodynamischen Kreislaufprozess. Abb. 14 zeigt das Grundschema dieses Kreislaufprozesses. Die Wärmepumpe besteht aus folgenden Bauteilen:

- Kompressor / Verdichter,
- Verdampfer,
- Expansionsventil,
- Kondensator / Verflüssiger.

Im Verdampfer wird flüssiges Kältemittel durch Wärmeaufnahme aus der Umwelt (Außenluft, Grundwasser, Seewasser oder Wasser- / Frostschutzmittelgemisch als Erdsondenanlage) vom flüssigen in den gasförmigen Aggregatzustand überführt. Das gasförmige Kältemittel wird von einem Kompressor / Verdichter angesaugt und auf einen höheren Betriebsdruck verdichtet / komprimiert. Das Kältemittel gelangt hier in den Kondensator. Im Verflüssiger gibt das Kältemittel die Wärme an die Heizanlage ab. Hierbei wird das Kältemittel kondensieren.

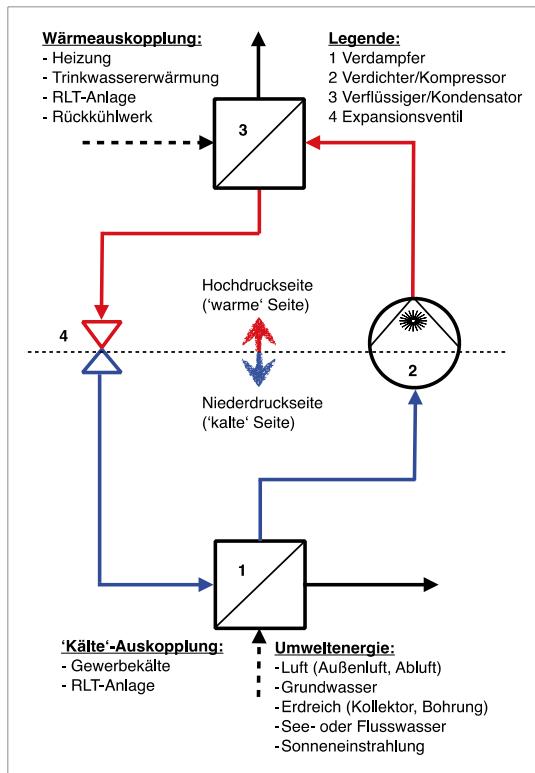


Abb. 14: Kreislaufprozess einer Wärmepumpe

Wegen des höheren Betriebsdrucks erfolgt die Kondensation auch bei einer höheren Temperatur als die Verdampfung. Das flüssige Kältemittel strömt dann einem Expansionsventil zu, in dem der Druck des Kältemittels wieder reduziert wird; das Kältemittel wird „entspannt“. Das sich nun auf einem niedrigeren Druck befindliche flüssige Kältemittel gelangt dann in den Verdampfer, wo der Kreislauf von vorne beginnt.

Der Wärmepumpenprozess zeichnet sich durch eine „warne Seite“ bei hohem Druck des Kältemittels und einer „kalten Seite“ bei einem niedrigen Druck des Kältemittels aus. Auf der Hochdruckseite wird Wärme aus dem Kreislaufprozess ausgekoppelt. Auf der Niederdruckseite findet eine Wärmeaufnahme aus der Umgebung statt. Der Wärmepumpenprozess kann also in zweierlei Hinsicht ausgenutzt werden:

Die Wärmeauskopplung aus dem thermodynamischen Kreislaufprozess auf der Hochdruckseite kann für die Heizung (Gebäudeheizung und Trinkwassererwärmung) genutzt werden.

Wenn auf der Niederdruckseite Wärme aus der Umgebung aufgenommen wird, so bedeutet dies für die Umgebung einen Wärmeentzug. Insoweit kann die Niederdruckseite zur Kälteerzeugung genutzt werden.

Das eigentliche Problem des Wärmepumpenprozesses besteht in der Größe des Druck- und Temperaturhubs von der Niederdruck- auf die Hochdruckseite. Die Höhe des Druckniveaus auf der Niederdruckseite wird durch die Temperatur der Wärmequelle bestimmt:

- Außenluft -15 bis +35 °C,
- Erdreich (Sole) -3 bis +5 °C,
- Seewasser -4 bis + 25 °C,
- Grundwasser 10 bis 20 °C.

Auf der Hochdruckseite dominiert das Temperaturniveau der Nutzenübergabe die Höhe des Kondensationsdrucks. Ideal ist eine Fußbodenheizung, deren Vorlauftemperatur bei einem modernen Gebäude 35 °C nicht mehr überschreiten wird. Da Wärmeerzeuger aus Kostengründen (Minimierung der Investitionskosten) neben der Gebäudeheizung in der Regel auch die Trinkwassererwärmung übernehmen, wird der Druck auf der Kondensatorseite im Regelfall durch die Temperaturen des erwärmten Trinkwassers bestimmt. Abb. 15 zeigt beispielhaft hierzu eine Sole/Wasserwärmepumpe mit Pufferspeicher und Speicher-Trinkwassererwärmer. Aus hygienischen Gründen ist eine Temperatur des erwärmten Trinkwassers von 60 °C nicht zu unterschreiten [13]. Für kleinere Gebäude lassen die technischen Regeln zwar Ausnahmen zu (Gebäude bis zu zwei Wohnungen). Diese Ausnahmen müssen jedoch vor dem Hintergrund der mit einer Verkeimung des erwärmten Trinkwassers verbundenen Folgen als kritisch gesehen werden.

Für die Bereitstellung von 60 °C warmen Trinkwasser können im Verdichter Temperaturen des Kältemittels von 140 °C erreicht werden. Dieses Temperaturniveau stellt hohe Anforderungen an die Verdichterkonstruktion und die Konsistenz des eingesetzten Öls zur Schmierung des Verdichters. Moderne Wärmepumpen werden daher entweder zweistufig ausgeführt (konventionelle Konstruktion zur Erzielung höherer Kondensationstemperaturen) oder aber es werden neuartige Konstruktionen eingesetzt (sog. EVI-Zyklus, Evaporated Vapour Injection). Bei letzterer Konstruktion wird Kältemitteldampf unmittelbar in den Kompressor eingespritzt, womit eine Kühlung des Kompressors verbunden ist (siehe Abb. 16).

Neben neuartigen Kältemittelprozessen werden Wärmepumpen mittlerweile häufig auch geregelt betrieben. Über einen Frequenzumformer wird die Drehzahl des Kompressors der augenblicklichen Last angepasst. Die Drehzahlregelung ist insbesondere bei Luft /Wasser-Wärmepumpen erforderlich, bei denen Außenluft als Wärmequelle verwendet wird. Mit der Zunahme der Außenlufttemperatur in den Sommermonaten ist eine Leistungssteigerung der Wärmepumpe verbunden. Eine Wärmepumpe, die im Winter bei niedrigen Außenlufttemperaturen nur eine Leistung von 10 kW aufweist, wird dann bei entsprechend hohen Außenlufttemperaturen Leistungen in der Größenordnung von 20 kW zur Verfügung stellen können. Die Leistungszunahme in den Sommermonaten wäre mit einem taktenden und nicht materialschonenden Betrieb der Wärmepumpe verbunden. Hier bietet die Drehzahlregelung eine entsprechende Absenkung der Wärmepumpenleistung in den Sommermonaten an.

## 3.2 Wirtschaftlichkeit

Wärmepumpen weisen um den Faktor 5 bis 10 höhere Investitionskosten als gas- und ölbefeuerte Heizkessel auf. Diese höheren Investitionskosten beruhen zum einen auf der komplexeren Konstruktion einer Wärmepumpe. Zum anderen fallen für das Erschließen der Wärmequelle zusätzliche Kosten an (Brunnenbohrung, Bohrung für die Erdsonden, Rückkühlwerk). Die Mehrkosten auf der Investitionsseite können bei entsprechender Auslegung der Gebäudeheizung durch deutlich verringerte verbrauchsgebundene Kosten kompensiert werden.

Die auf der Hochdruckseite abgegebene Wärme setzt sich aus der auf der Niederdruckseite aufgenommenen Wärme einerseits und der Leistungsaufnahme bzw. des Stromverbrauchs des Kompressors andererseits zusammen. Damit wird nur ein Teil der zur Verfügung gestellten Wärme über den elektrischen Strom aufgebracht. Ziel des Wärmepumpenbetriebs muss es also sein, möglichst viel Wärme aus der Umgebung aufzunehmen und wenig elektrischen Strom für den Kompressorbetrieb zu verbrauchen. Der Quotient aus der über ein Jahr abgegebenen Nutzwärme zum Stromverbrauch wird als Jahresarbeitszahl bezeichnet. Langzeituntersuchungen weisen für Sole/Wasser-Wärmepumpenanlagen Jahresarbeitszahlen von 3,8 aus [12].

Wegen des niedrigeren Temperaturniveaus von Luft/Wasser-Wärmepumpen wird deren Jahresarbeitszahl sich deutlich unter der Jahresarbeitszahl einer Sole/Wasser-Wärmepumpe bei ungefähr 3 bewegen. Für Wärmepumpenanlagen mit Grundwasser als Wärmequelle wäre eigentlich wegen des hohen Temperaturniveaus des Grundwassers von einer besonders hohen Jahresarbeitszahl auszugehen. Tatsächlich werden die Jahresarbeitszahlen von Wasser/Wasser-Wärmepumpen in der Praxis nicht über der Jahresarbeitszahl einer Sole/Wasser-Wärmepumpenanlage liegen. Der Grund hierfür liegt im hohen Stromverbrauch der Pumpe im Saugbrunnen der Wasser/Wasser-Wärmepumpe. Für Wasser/Wasser-Wärmepumpen muss die Pumpe auf der Wärmequellenseite zusätzlich zum Strömungswiderstand auch die geodätische Höhe zwischen dem Grundwasserstand im Erdreich und dem Aufstellort der Wärmepumpe überwinden.

Bei Sole/Wasser-Wärmepumpen erfolgt die Umwälzung in einem geschlossenen Kreislauf, so dass bei der Dimensionierung der Umwälzpumpe im Sole-Kreislauf einer Sole/Wasser-Wärmepumpenanlage die geodätische Höhe nicht mehr berücksichtigt werden muss.

Die Höhe der Einsparung bei den verbrauchsgebundenen Kosten hängt von der Tarifgestaltung ab. Die Stromtarife für Wärmepumpenanlagen werden üblicherweise ca. doppelt so groß wie die Stromtarife für Erdgas liegen. Damit ist also eine Einsparung einer Wärmepumpenanlage nur dann möglich, wenn eine Jahresarbeitszahl größer 2 erreicht wird. Die Jahresarbeitszahlen von 3 (Luft/ Wasser-Wärmepumpenanlage) und 3,8 (Sole/Wasser-Wärmepumpenanlage) werden also ein Einsparpotential erschließen lassen. Für einen Einfamilien-Haushalt mit einem Gebäude mit einer Heizlast von 5kW und einer Vollbenutzungsstundenzahl von 2.000 Stunden im Jahr, ist das Einsparpotential in der Tab. 1 dargestellt.



Abb. 15: Sole/Wasser-Warmepumpe mit Pufferspeicher und Trinkwassererwärmer

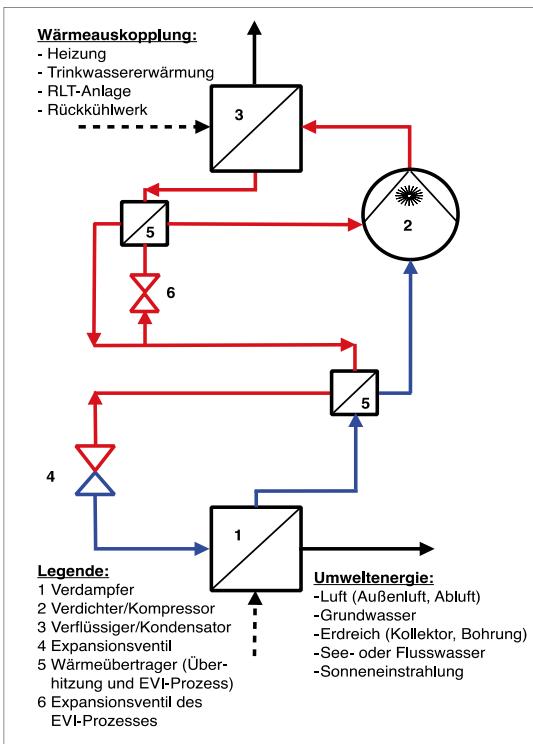


Abb. 16: modifizierter Kreislaufprozess einer Wärmepumpe zur Erreichung höherer Temperaturen

	Luft/Wasser-Wärme-pumpe	Sole/Wasser-Wärme-pumpe	Wasser/Wasser-Wärme-pumpe	Gaskessel
Jahreswärmebedarf einschl. Speicher- und Verteilungsverluste [kWh/a]	10.000	10.000	10.000	10.000
Jahresarbeitszahl/Nutzungsgrad [1]	3	3,8	3,5	1
Jahres-Endenergiebedarf [kWh/a]	3.333	2.632	2.857	10.000
Energiepreis [€/kWh]	0,11	0,11	0,11	0,06
verbrauchsgebundene Kosten [€]	366,67	289,47	314,29	600,00

Tab. 1: Einsparpotential einer Wärmepumpenanlage im Vergleich zu einem Gaskessel

Die Einsparung bei den verbrauchsgebundenen Kosten wird selbst bei einer Nutzungszeit von 20 Jahren für eine Wärmepumpenanlage die Mehrkosten auf der Investitionsseite nicht kompensieren können. Dabei ist bei der Gegenüberstellung in Tabelle 1 noch nicht der höhere Wartungs- und Instandhaltungsaufwand einer Wärmepumpe berücksichtigt. Langzeituntersuchungen zu Wärmepumpenanlagen weisen darauf hin, dass das Einsparpotential deutlich größer wäre, wenn die Gebäudeheizung gezielt auf die Besonderheiten der Wärmepumpenkonstruktion hin konstruiert wird:

- Der Wärmedämmstandard moderner Gebäude erlaubt den Betrieb mit Fußbodenheizungen mit Vorlauftemperaturen unter 35 °C. Hierfür ist allerdings der Einsatz von Fußbodenheizungssystemen mit gleichmäßiger Oberflächentemperatur notwendig. Für die Praxis werden also enge Verlegeabstände notwendig. Wenn hier die Verlegeabstände zu groß gewählt werden, sind höhere Vorlauftemperaturen notwendig. Die Anhebung der Vorlauftemperatur um 10 K von 35 auf 45 °C würde eine Absenkung der Jahresarbeitszahl von 10 % verursachen. Außerdem sind Fußbodenoberbeläge mit hohem Wärmedurchgangswiderstand, wie z. B. Parkett zu vermeiden.
- Konstruktiv ist in manchen Räumen keine vollständige Belegung der Bodenfläche mit der Fußbodenheizung möglich (Küche, Bad und große Wohnräume mit Galerie). Hier ist zusätzlich eine weitere Raumheizeinrichtung (z. B. Wandheizung) zwingend notwendig, damit nicht ein Raum besonders hohe Vorlauftemperaturen benötigt und damit die Effizienz der gesamten Wärmepumpenanlage beeinträchtigt.
- Raumheizeinrichtungen mit Auslegungs-Vorlauftemperaturen größer 35 °C sind grundsätzlich zu vermeiden.
- Die Anlagenhydraulik sollte so einfach wie möglich gewählt werden, um das Einsparpotential überhaupt erschließbar zu machen. Langzeiterfahrungen mit komplexen Anlagen zeigen, dass die Komplexität einer Heizungsanlage die Jahresarbeitszahl entscheidend reduzieren kann [12].
- Kombispeicher (Kombination eines Pufferspeichers mit einem Trinkwassererwärmer) sind zu vermeiden, da aus hygienischen Gründen der Kombispeicher eine ganzjährige Sockeltemperatur von 60 °C benötigt, so dass in der Übergangszeit das Einsparpotential einer Wärmepumpe durch abgesenkte Vorlauftemperaturen für die Gebäudeheizung nicht erschlossen wird [12].

Die begrenzte Wirtschaftlichkeit einer Wärmepumpe im Vergleich zu einem Gas-Brennwertkessel darf nicht darüber hinwegtäuschen, dass eine Reihe von Faktoren für die Investition in eine Wärmepumpenanlage sprechen:

- Wasser und Sole/WasserWärmepumpenanlagen erlauben eine Gebäudekühlung ohne hohe zusätzliche Investitionskosten.
- Der Öl- und Gaspreis ist starken Schwankungen unterworfen, die sich negativ auf die Wirtschaftlichkeit auswirken können.
- Beim direkten Vergleich mit dem Ölkessel und einer Flüssiggasanlage entfällt der Platzbedarf für die Brennstoffbevorratung.

### 3.3 Dimensionierung der Wärmepumpe

Wegen der hohen Investitionskosten werden Wärmepumpenanlagen sehr knapp in Bezug auf die Gebäudeheizung dimensioniert. Häufig wird die Heizleistung der Wärmepumpenanlage kleiner als die Gebäudeheizlast gewählt. Die Differenz zwischen der Gebäudeheizlast und der Heizleistung der Wärmepumpe wird dann monoenergetisch durch die Installation einer elektrischen Direktheizung kompensiert.

Bei alleiniger Berücksichtigung der Gebäudeheizung ist diese Vorgehensweise im Hinblick auf die hohen Investitionskosten einer Wärmepumpe rechtfertigbar. Die elektrische Direktheizung würde nur an wenigen Stunden im Jahr für die Gebäudeheizung benötigt werden. In der Praxis können die Auswirkungen der elektrischen Direktheizung aber wesentlich gravierender sein, als dies theoretisch absehbar gewesen wäre. Hohe Wärmeleistungen werden einer Heizungsanlage nicht nur bei sehr niedrigen Außenlufttemperaturen abgefordert. Die Stromversorger sichern sich häufig die Abschaltung der Wärmepumpenanlagen für mehrere Stunden am Tag zu. Ein modernes Gebäude wird während dieser Zeiträume wegen des hohen Wärmedämmstandards nicht deutlich auskühlen. Entscheidend ist jedoch, dass das Heizwasser in der Gebäudeheizung (Rohrleitungen und Pufferspeicher) abkühlen wird. Nach der Heizpause ist dann zusätzliche Wärmeleistung zur Aufheizung des Heizwassers erforderlich.

Neben den Heizpausen als Folge der Abschaltung der Wärmepumpe werden hohe Wärmeleistungen auch bei der Trinkwassererwärmung notwendig. Die Regelung einer modernen Wärmepumpenanlage wird bei Anforderung hoher Wärmeleistungen zuerst einmal versuchen, die Wärmeanforderung durch alleinigen Betrieb der Wärmepumpe ohne Zuschaltung der elektrischen Direktheizung zu kompensieren. Hiermit können dann in Abhängigkeit der Länge der Heizpause bzw. der Größe des Speicher-Trinkwassererwärmers Probleme in der Beheizbarkeit eines Gebäudes verursacht werden. Häufig sind Zeitspannen für die Aufheizung des Speicher-Trinkwassererwärmers von bis zu 1 Stunde zu beobachten. Wenn sich dann diese Zeiträume unmittelbar an die Abschaltung der Wärmepumpenanlage durch den Stromversorger anschließen, kann die Gebäudeheizung durchaus bis zu 3 Stunden unterbrochen sein. Selbst moderne, gut gedämmte Gebäude werden dann auskühlen können.

Die Auskühlung des Gebäudes kann nur dadurch vermieden werden, dass die elektrische Zusatzheizung zugeschaltet wird. Damit wird die elektrische Zusatzheizung nicht nur an wenigen Stunden im Jahr, sondern praktisch täglich während der Heizperiode benötigt. In Bezug auf die Erschließung des Einsparpotentials einer Wärmepumpe ist daher die Dimensionierung der Wärmepumpe auf die Gebäudeheizlast unter Berücksichtigung der Trinkwassererwärmung ohne elektrische Zusatzheizung zu empfehlen. Die technischen Regeln sehen in diesem Zusammenhang eine Beratungsverpflichtung des Planers einer Anlage vor [9]. Wenn also heute eine Wärmepumpenanlage ohne entsprechendem Hinweis auf die Folgen einer elektrischen Zusatzheizung installiert wird, liegt ein Beratungsfehler vor.

### 3.4 Wärmequellenanlage

Neben der Dimensionierung der Wärmepumpe und der Wirtschaftlichkeit der Wärmepumpe stellen Probleme auf der Wärmequellenseite weitere Ursachen für Schäden an Wärmepumpen dar. Für Luft/Wasser-Wärmepumpen ergeben sich zwei typische Schadensfälle:

Die Luft/Wasserwärmepumpe benötigt einen Ventilator zum Ansaugen der Außenluft. Hierbei strahlt der Ventilator Geräusche ab, so dass die Umgebung beeinträchtigt sein kann. In Abhängigkeit der Wärmepumpenkonstruktion kann auch noch das Geräusch des Verdichters hörbar sein. Bei zu naher Anordnung der Außeneinheit der Wärmepumpe mit dem Verdampfer besteht die Möglichkeit einer Überschreitung der Grenzwerte der TA-Lärm (siehe Abb. 17; [11]). Selbst die Innenaufstellung der Wärmepumpe kann nicht zwingend eine Beeinträchtigung auf dem Nachbargrundstück vermeiden. Abb. 18 und 19 zeigen die Ausblasöffnung einer innenaufgestellten Wärmepumpe, die zu hohen Schalldruckpegeln [48 dB(A)], gemessen an den Fenstern des Nachbargebäudes geführt hat.

Bei Wärmepumpenanlagen ohne Außeneinheit (Aufstellung der gesamten Wärmepumpe im Gebäude) führen zwei Kanäle ins Freie (Luftkanal zur Außenluftansaugung und Luftkanal zum Ausblasen der abgekühlten Luft). Wenn beide Kanäle zu nahe beieinander angeordnet sind, besteht die Möglichkeit einer Rezirkulation. Rezirkulierende Außenluft führt zu einer Absenkung der Lufttemperatur auf der Wärmequellenseite. Hiermit ist eine verringerte Effizienz der Wärmepumpenanlage und in Abhängigkeit der Wärmepumpenkonstruktion ein störungsbedingtes Abschalten (Niederdruck- und manchmal auch Hochdruckstörungen) möglich.

Auch Sole- / Wasserwärmepumpen können Probleme auf der Wärmequellenseite bereiten. Hier ist an erster Stelle eine zu geringe Wärmeentzugsleistung zu nennen. Die Bohrungen müssen hinsichtlich ihrer Wärmeentzugsleistungen auf die Wärmepumpe abgestimmt sein. Ist die Wärmeentzugsleistung der Bohrung deutlich kleiner, wird das Erdreich um die Bohrungen in den Sommermonaten nicht mehr auftauen [10]. Der Bereich um die Bohrungen wird dauerhaft gefrieren, wodurch Geländeabsenkungen verbunden sind, die bei entsprechender Nähe zum Gebäude sogar eine Einsturzgefahr des Gebäudes nach sich ziehen können.



Abb. 17: Geräuschbelästigungen durch im Freien angeordnete Wärmepumpen



Abb. 18: Ausblasöffnungen einer im Gebäude-Innern aufgestellten Wärmepumpe



Abb. 19: Distanz zum Nachbargebäude

## Literatur

- [1] Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz vom 7. August 2008 (BGBl. I S. 1658), das durch Artikel 3 des Gesetzes vom 15. Juli 2009 (BGBl. I S. 1804) geändert worden ist.
- [2] VDI 6002-1: 2004-12: Solare Trinkwassererwärmung Blatt 1: Allgemeine Grundlagen, Systemtechnik und Anwendung im Wohnungsbau.
- [3] VDI 6002-2: 2009-01: Solare Trinkwassererwärmung Blatt 2: Anwendungen in Studentenwohnheimen, Seniorenheimen, Krankenhäusern, Hallenbädern und auf Campingplätzen.
- [4] Recknagel, H. und Schramek, E.-R.: Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik. Oldenbourg-Industrieverlag 74. Auflage 2009/10.
- [5] Hadamovsky, H.F. und Jonas, D.: Solarstrom Solarthermie. Vogel Buchverlag 2. aktualisierte Auflage 2007.
- [6] Verordnung über einen energiesparenden Wärmeschutz bei Gebäuden (Wärmeschutzverordnung -WärmeschutzV) vom 16.08.1995.

- [7] Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagen-technik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung -EnEV 2009) vom 01.10.2009.
  - [8] Deutsches Kupferinstitut: Die fachgerechte Installation von thermischen Solaranlagen. 2006.
  - [9] DIN EN 15460: 2007-12, Heizungsanlagen in Gebäuden – Planung von Heizungsanlagen mit Wärmepumpen.
  - [10] VDI 4640-2: 2001-09, Thermische Nutzung des Untergrundes Erdgekoppelte Wärmepumpenanlagen.
  - [11] Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundesimmissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm) vom 26. August 1998 (GMBI Nr. 26/1998 S. 503).
  - [12] Miara, M.: Richtig geplant – wirklich gespart, IKZ-Haustechnikheft 3 / 2009.
  - [13] DVGW Arbeitsblatt W 551 2004-04: Trinkwassererwärmungs- und Trinkwasserleitungsanlagen; Technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums; Planung, Errichtung, Betrieb und Sanierung von Trinkwasser-Installationen.
- 



**Wirth, Stefan**  
Dr.-Ing. habil.

1991: Diplom im Fachbereich Maschinenbau, Universität Karlsruhe  
1994: Promotion im Fachbereich Bauwesen, Universität Dortmund  
2002: Habilitation im Fachbereich Bauwesen, Universität Dortmund  
1991–1996: Mitarbeit in verschiedenen Sachverständigenbüros  
1996: Gründung des Sachverständigenbüros WIRTH-Ingenieure  
seit 1991: Autorentätigkeit für den irb Stuttgart  
seit 2007: Mitglied im Sachverständigenausschuss IHK Karlsruhe  
seit 2011: Mitglied im Sachverständigenausschuss IHK Rhein Neckar  
seit 2008: Mitglied im Ausschuss „oberflächennahe Geothermie“ zur Prüfung der besonderen Sachkunde (IHK Karlsruhe)  
seit 2008: Dozent für die DIA Freiburg, Architektenkammer Hessen und die Tegernseer Baufachtag

---



## **Beiträge**

13. EIPOS-Sachverständigentag Immobilienbewertung

6. Juni 2012



## **Sachverständige für Immobilienbewertung vor neuen Herausforderungen**

Immobilien werden in der Wissenschaft auch als unbewegliches Vermögen bezeichnet. Das heißt, Grundstücke und deren Bebauung sind an ihren Standort gebunden und somit oft viel schwerer veräußerbar als andere Vermögenswerte oder Handelswaren. Diese Standortgebundenheit und unterschiedlichen Bauweisen machen jede auf dem Markt befindliche Immobilie zu einem einmaligen Wirtschaftsgut. Dies hat wesentliche Konsequenzen – keine Bewertung gleicht der anderen.

In Immobilien sind erhebliche Summen investiert, weshalb das Resultat einer Bewertung meistens weitreichende Konsequenzen haben kann. Die Bearbeitungen von Wertgutachten setzen unter diesen Voraussetzungen ein hohes Maß an Sachkunde und Verantwortungsbewusstsein voraus. Von Sachverständigen für Immobilienbewertung werden umfassende betriebswirtschaftliche, juristische und bautechnische Fachkenntnisse sowie das Wissen über die Funktion des Immobilienmarktes verlangt. Die Bewertung von bebauten und unbebauten Grundstücken gehört zu den wichtigsten und anspruchsvollsten Einzelaufgaben in der Immobilienwirtschaft. Aufgrund der hohen Verantwortung, die der Sachverständige trägt, ist eine ständige Erweiterung und Aktualisierung der Fachkenntnisse unumgänglich. EIPOS trägt diesem Umstand Rechnung und ist seit 1990 ein bewährter Partner in der Sachverständigenqualifizierung und Weiterbildung.

Die Immobilienwirtschaft befindet sich in einem ständigen Wandel und die Immobilienbewertung ist von diesem Prozess natürlich nicht ausgenommen. Im Jahr 2010 löste die Immobilienwertermittlungsverordnung (ImmoWertV) die seit 1988 bestehende WertV ab und wurde daraufhin in den Folgemonaten, auch bei dem 12. EIPOS-Sachverständigentag für Immobilienbewertung, kontrovers diskutiert. Auch das Jahr 2012 steht im Zeichen von Veränderungen. In diesem Jahr wird die neue Sachwertrichtlinie veröffentlicht. Neben der Einführung der Sachwertrichtlinie werden die bisher angewandten Normalherstellungskosten NHK 2000 durch die neu strukturierten NHK 2010 abgelöst. Mit der Sachwertrichtlinie kommen Neuerungen auf die Wertermittlungspraxis zu und die Sachverständigen müssen sich auf diese geänderten Rahmenbedingungen einstellen. Weitere Veränderungen wird auch die neue Energieeinsparverordnung (EnEV 2012) mit sich bringen. Welche das sein werden, wird in einem Beitrag im vorliegenden Tagungsband thematisiert.

Ob sich die Bewertungspraxis durch diese Neuerungen vereinfachen oder verbessern wird, wird die Zukunft zeigen. Unser Anspruch ist, Sie auf die bevorstehenden Veränderungen hinzuweisen und Sie auf die kommenden Aufgaben vorzubereiten.

Dipl.-Ing. Andreas Kunze<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Herr Dipl.-Ing. Kunze ist seit 1997 als Dozent für EIPOS tätig.



# Fehlerhafte Gutachten im Spiegel der Rechtsprechung

Clemens Clemente

## Kurzfassung

Immobiliegutachter sind sich ihrer Haftungsrisiken oftmals nicht bewusst. Sie können für fehlerhafte Gutachten nicht nur gegenüber ihrem Auftraggeber haften, sondern auch gegenüber Dritten. Die Tätigkeit des Immobiliegutachters ist anspruchsvoll. Fehlerquellen gibt es zuhauf. Der Beitrag gibt einen Überblick über die Rechtsgrundlagen der Haftung, verdeutlicht die Haftung anhand der Rechtsprechung und zeigt typische Fehlerquellen auf. Dargestellt werden die wichtigsten Anspruchsgrundlagen, auf die Auftraggeber und Dritte Ansprüche gegen den Sachverständigen stützen können. Ebenso, welche Voraussetzungen an ein „richtiges“ Gutachten zu stellen sind und welche Sorgfalt der Sachverständige bei der Erstellung seines Gutachtens zu beachten hat. Abgerundet wird der Beitrag mit einer Stellungnahme zu der Frage, ob der Sachverständige seine Haftung begrenzen kann.

## 1 Ansprüche gegen den Gutachter

Juristen unterscheiden zwischen vertraglichen Ansprüchen und Ansprüchen aus Unerlaubter Handlung. Immobiliegutachter sehen sich beiden Anspruchsgrundlagen ausgesetzt.

### a) Vertragliche Ansprüche

#### aa) Ansprüche des Bestellers/Auftraggebers gegen den Gutachter

Grundlage vertraglicher Ansprüche ist regelmäßig ein Werkvertrag. Durch diesen „wird der Unternehmer (= Sachverständiger) zur Herstellung des versprochenen Werkes, der Besteller (= Auftraggeber des Gutachtens) zur Entrichtung der vereinbarten Vergütung verpflichtet“ (§ 631 BGB). Der Auftrag, den Wert einer Immobilie zu ermitteln, führt zu einem solchen Werkvertrag (§§ 631 ff. BGB).<sup>1</sup> Für ein fehlerhaftes Wertgutachten kann der Besteller nach den §§ 636, 280, 281, 283 und 311a BGB Schadensersatz oder nach § 284 BGB Ersatz vergeblicher Aufwendungen verlangen (§ 634 Ziff. 4 BGB).

---

<sup>1</sup> BGH, Urt. v. 10.11.1994 - III ZR 50/94 (unter 4 a der Gründe), BGHZ 127,378 = NJW 1995, 392 (Verkehrswertgutachten); siehe auch BGH, Urt. v. 26.10.1978 - VII ZR 249/77, BGHZ 72,257 = NJW 1979, 214 (geologisches Baugrundgutachten); BGH, Urt. v. 11.10.2001 - VII ZR 475/00, NJW 2002,749 (Baumängelgutachten).

## bb) Ansprüche Dritter

Aber auch Dritten gegenüber kann der Sachverständige aufgrund Vertrages haften, nämlich dann, wenn der Dritte in den Schutzbereich des Gutachtens einbezogen ist. Entscheidend hierfür ist, ob der Sachverständige nach dem Inhalt seines Auftrags damit rechnen musste, sein Gutachten werde gegenüber Dritten verwendet und von diesen zur Grundlage einer Entscheidung über Vermögensdispositionen gemacht. Muss der Sachverständige mit einer solchen Verwendung des Gutachtens rechnen, kann er auch Dritten für die Richtigkeit des Gutachtens haften, sofern die zu schützende Personengruppe objektiv abgrenzbar ist.<sup>2</sup> Diese Rechtsprechung beruht auf einer durch Treu und Glauben (§ 242 BGB) geprägten ergänzenden Vertragsauslegung (§ 157 BGB). Das hat zur Folge, dass einem einbezogenen Dritten im Falle der Schädigung ein eigener Ersatzanspruch zusteht.<sup>3</sup>

Ob ein rechtsgeschäftlicher Wille zur Einbeziehung Dritter in den Schutzbereich des Gutachtens besteht, ist nach allgemeinen Auslegungsgrundsätzen zu ermitteln. Der Bundesgerichtshof hat einen solchen Willen ursprünglich angenommen, wenn eine Person, die über besondere, vom Staat anerkannte Sachkunde<sup>4</sup> verfügt, auftragsgemäß ein Gutachten oder Testat abgibt, das erkennbar zum Gebrauch gegenüber Dritten bestimmt ist und deshalb in der Regel nach dem Willen des Bestellers mit einer entsprechenden Beweiskraft ausgestattet sein soll.<sup>5</sup> Später wurde der Kreis der haftenden Personen auch auf andere Gutachter ausgedehnt.<sup>6</sup>

Drittschutz wurde bejaht zugunsten

- des Kreditgebers aufgrund des vom Kreditnehmer in Auftrag gegebenen Gutachtens über den Wert des Grundstücks<sup>7</sup>;
- des den Kredit absichernden Bürgen aufgrund des vom Eigentümer in Auftrag gegebenen Verkehrswertgutachtens<sup>8</sup>;

---

2 BGH, Urt. v. 23.01.1985 - IVa ZR 66/83 (unter II 2 der Gründe), NJW-RR 1986, 484 (Schutzwirkung des vom Kreditnehmer in Auftrag gegebenen Gutachtens sowie einer hierzu später gegebenen Auskunft zugunsten des Kreditgebers).

3 BGH, Urt. v. 20.04.2004 - X ZR 250/02 (unter II 1 a der Gründe), BGHZ 159, 1 = NJW 2004, 3035.

4 § 6 BeWertV fordert, dass der Gutachter nach seiner Ausbildung und beruflichen Tätigkeit über besondere Kenntnisse und Erfahrungen auf dem Gebiet der Bewertung von Immobilien verfügen muss, die bei Personen, die von einer staatlichen, staatlich anerkannten oder nach DIN EN ISO/IEC 17024 akkreditierten Stelle als Sachverständige oder Gutachter für die Wertermittlung von Immobilien bestellt oder zertifiziert worden sind, vermutet wird.

5 BGH, Urt. v. 02.11.1983 - IVa ZR 20/82 (unter I 3 der Gründe), NJW 1984, 355; BGH, Urt. v. 23.01.1985 - IVa ZR 66/83 (unter II der Gründe), NJW-RR 1986.

6 BGH, Urt. v. 10.11.1994 - III ZR 50/94 (unter 2a der Gründe), BGHZ 127, 378 = NJW 1995, 392 (Architekt und verpflichteter Bausachverständiger einer Kreissparkasse); BGH, Urteil vom 14.11.2000 - X ZR 203/98 (unter 5 a), NJW 2001, 514 (Bodengutachter); BGH, Urt. v. 20.04.2004 - X ZR 250/02 (unter II 1 a der Gründe), NJW 2004, 3035 (mit der Bewertung von Grundstücken befasster Sachverständiger).

7 BGH, Urt. v. 28.04.1982 - IVa ZR 312/80, NJW 1982 und BGH, Urt. v. 23.01.1985 - IVa ZR 66/83 (unter II der Gründe), NJW-RR 1986, 484 2431 (Kreditgewährung, der eine Nachfrage zu dem Gutachten vorausging); BGH, Urt. v. 13.11.1997 - X ZR 144/94, NJW 1998, 1059 (Gutachter bestätigte, dass ihm bekannt sei, dass das Wertgutachten für einen Kreditgeber verwandt wird); OLG Karlsruhe, Urt. v. 22.12.1989 - 14 U 152/88 (unter I 3 der Gründe), NJW-RR 1990, 861 (Gutachten ohne Zweckbestimmung und Einschränkung).

8 Drittschutz für möglich gehalten durch BGH, Urt. v. 13.11.1997 - X ZR 144/94 (unter II 2 a der Gründe), NJW 1998, 1059, der den Streit an Berufungsgericht zurück verwies.

- einer Vielzahl privater Kreditgeber oder Kapitalanleger, die Obligationsscheine eines Investors zeichneten, der das Gutachten in Auftrag gegeben hat<sup>9</sup>;
- des Käufers aufgrund des vom Verkäufer geschlossenen Vertrags über die Erstellung des Gutachtens über den Wert des Grundstücks<sup>10</sup> sowie
- des Bauherrn, wenn der vom Bauträger beauftragte Architekt unrichtige Prüfvermerke über den Bautenstand abzeichnet<sup>11</sup>.

### **b) Ansprüche aufgrund unerlaubter Handlung**

#### **aa) § 823 BGB**

§ 823 Abs. 1 BGB als Anspruchsgrundlage scheidet regelmäßig aus, da sie nicht Vermögensschäden schützt. Bedeutsam kann jedoch die Vorschrift des § 823 Abs. 2 BGB sein. Zu nennen ist die Verletzung von Eidesdelikten, wenn der Sachverständige in einem gerichtlichen Verfahren auf die Richtigkeit seines Gutachtens und seiner eventuellen Erläuterung von dem Gericht vereidigt wird. Ist das Gutachten falsch, haftet der Gutachter auch für daraus entstandene Vermögensschäden auf der Grundlage der genannten Vorschrift.

#### **bb) § 826 BGB**

Bedeutsam ist die Vorschrift des § 826 BGB, die eine Haftung für sittenwidriges Fehlverhalten vorsieht. Wegen vorsätzlicher sittenwidriger Schädigung haftet ein Sachverständiger für sein fehlerhaftes Gutachten nach § 826 BGB, wenn er bei Erstellung des Gutachtens leichtfertig oder gewissenlos und zumindest mit bedingtem Vorsatz handelt. Dass der Sachverständige ein falsches Gutachten erstellt hat, reicht nicht aus. Erforderlich ist, dass sich der Sachverständige etwa durch nachlässige Ermittlungen zu den Grundlagen seines Auftrags oder gar durch „ins Blaue“ gemachte Angaben der Gutachtenaufgabe leichtfertig entledigt und damit eine Rücksichtslosigkeit gegenüber dem Adressaten des Gutachtens an den Tag legt, die angesichts der Bedeutung, die das Gutachten für dessen Entschließung hat, und der von ihm in Anspruch genommenen Kompetenz als gewissenlos bezeichnet werden muss.<sup>12</sup>

Sittenwidrigkeit wurde bejaht in einem Fall, in dem der vom Zwangsversteigerungsgericht beauftragte Sachverständige den Eindruck erweckte, die für die Beurteilung maßgeblichen Umstände aufgrund eigener Ortsbesichtigung ermittelt zu haben, obwohl er das Gebäude nur von außen besichtigt hat.<sup>13</sup>

9 Drittschutz für möglich gehalten durch BGH, Urt. v. 20.04.2004 - X ZR 250/02, BGHZ 159, 1 = NJW 2004, 3035, der den Streit an Berufungsgericht verwies und deutlich macht, dass der in dem Gutachten angegebene Zweck, das Wertgutachten werde für Planungs- und Finanzierungszwecke benötigt, allein noch nicht als ausreichend ist.

10 BGH, Urt. v. 02.11.1983 - IV a ZR 20/82, NJW 1984, 355; BGH, Urt. v. 10.11.1994 - III ZR 50/94 (unter 2a der Gründe), BGHZ 127, 378 = NJW 1995, 392; BGH, , Urt. v. 09.07.2002 - X ZR 244/00, NJW-RR 2002, 1528.

11 BGH, Urteil vom 07.02.2002 - III ZR 1/01 NJW 2002, 1196.

12 BGH, Urt. v. 21.04.1970 - VI ZR 246/68 (unter II), WM 1970, 878; BGH, Urt. v. 20.04.2004 - X ZR 250/02 (unter II 2 a und b der Gründe), BGHZ 159, 1 = ZfIR 2005, 96 = NJW 2004, 3035.

13 OLG Köln, Urt. v. 05.02.1993 - 19 U 104/92, VersR 1994, 611. In dem Gutachten fanden sich Ausführungen zu den sanitären Einrichtungen. Ausgeführt wurde, dass sich die Wohnung in völlig desolatem, unbewohnbarem Zustand befindet. Besichtigt hatte der Gutachter lediglich ein im Erdgeschoss befindliches Ladenlokal. Der Ersteher des Grundstücks stellte nach dem Zuschlag fest, dass das Haus von Schwamm und Hausbock befallen war. Die Revision hat der BGH lt. Anmerkung der Redaktion mit Beschl. v. 01.02.1994 - VI ZR 107/93 nicht angenommen.

Sittenwidrigkeit wurde für möglich gehalten, wenn das Gutachten nicht den Wert des Grundstücks im Zeitpunkt der Erstellung des Gutachtens ausweist, sondern den Wert, nach einer Bebauung entsprechend der von dem Auftraggeber mitgeteilten Planung.<sup>14</sup>

Sittenwidrigkeit wurde verneint, wenn sich der Gutachter für die Einordnung eines Grundstücks zum Innenbereich im Sinne des § 34 BBauG a.F. auf die Richtigkeit einer Auskunft der Gemeinde verlässt, obwohl er Zweifel an der Richtigkeit von Auskünften der Gemeinde hat<sup>15</sup>, und bei Ansatz eines Lagezuschlags auf den Basisbodenwert für ein Seegrundstück, obwohl sich zwischen dem bewerteten Grundstück und dem See ein weiteres Grundstück mit einer Kleinstfläche von 8 qm befindet, das durch ungewöhnlichen Zuschnitt und Lage aus dem normalen Wahrnehmungsraster für Grundstücke herausfällt und sich als selbstständiges Grundstück erst bei näherer Kartenlektüre erschließt.<sup>16</sup>

#### cc) § 839a BGB

Mit § 839a BGB wurde eine eigenständige Anspruchsgrundlage für die Haftung des gerichtlichen Sachverständigen geschaffen. Das im Zwangsversteigerungsverfahren nach § 74a ZVG eingeholte Verkehrswertgutachten fällt unter § 839a BGB. Eine Haftung des Sachverständigen tritt ein, wenn er grob fahrlässig oder vorsätzlich seine Verpflichtungen verletzt hat. So wurde beispielsweise eine Haftung des Sachverständigen gegenüber dem Ersteher in einem Fall für möglich gehalten, in dem der Sachverständige acht Stellplätze bewertete, obwohl nur sechs Stellplätze vorhanden waren. Auch ein Überbau war von ihm nicht berücksichtigt worden.<sup>17</sup>

## 2 Mangelfreies Gutachten und Sorgfaltsmaßstab

Das Gutachten ist mangelfrei zu erstellen. Sein Inhalt hängt von den vertraglichen Vereinbarungen ab. So ist beispielsweise der Verkehrswert nach anderen Gesichtspunkten zu ermitteln als der Beleihungswert. Der Verkehrswert wird durch den Preis bestimmt, „der in dem Zeitpunkt, auf den sich die Ermittlung bezieht, im gewöhnlichen Geschäftsverkehr nach den rechtlichen Gegebenheiten und tatsächlichen Eigenschaften, der sonstigen Beschaffenheit und der Lage des Grundstücks oder des sonstigen Gegenstands der Wertermittlung ohne Rücksicht auf ungewöhnliche oder persönliche Verhältnisse zu erzielen wäre.“<sup>18</sup> Bei dem Beleihungswert fehlt die stichtagbezogene Komponente. Der Beleihungswert darf den Wert nicht überschreiten, „der sich im Rahmen einer vorsichtigen Bewertung der zukünftigen Verkäuflichkeit einer Immobilie und unter Berücksichtigung der langfristigen, nachhaltigen Merkmale des Objektes, der normalen regionalen Marktgegebenheiten sowie der derzeitigen und möglichen anderweitigen Nutzungen ergibt.“<sup>19</sup> § 3 Abs. 1 der Verordnung über die Ermittlung der Beleihungswerte von Grundstücken nach § 16 Abs. 1 und 2 des

14 BGH, Urt. v. 20.04.2004 - X ZR 250/02 (unter III der Gründe), BGHZ 159, 1 = ZfIR 2005, 96 = NJW 2004, 3035.

15 BGH, Urt. v. 24.09.1991 - VI ZR 293/90 (unter II der Gründe), NJW 1991, 3282.

16 OLG Brandenburg, Urt. v. 11.01.2000 - 11 U 137/99, WM 2001, 1920.

17 BGH, Urt. v. 09.03.2006 - III ZR 143/05.

18 So die Definition in § 194 BauGB.

19 So die Definition in § 16 Abs. 2 S. 1 PfandBG. Vgl. auch § 7 Abs. 7 BauSparG.

Pfandbriefgesetzes (Beleihungswertermittlungsverordnung – BeiWertV) definiert den Beleihungswert als den Wert einer Immobilie, „der erfahrungsgemäß unabhängig von vorübergehenden, etwa konjunkturell bedingten Wertschwankungen am maßgeblichen Grundstücksmarkt und unter Ausschaltung von spekulativen Elementen während der gesamten Dauer der Beleihung bei einer Veräußerung voraussichtlich erzielt werden kann“.

Für alle Gutachten gilt: Zuerst ist der relevante Sachverhalt zu ermitteln, dann ist er zu bewerten. Die Bedienung eines Computerprogramms kann ggf. die Arbeit des Gutachters erleichtern, die von ihm vorzunehmende Ermittlung des Sachverhalts und seine Bewertung indes nicht ersetzen. Der Immobiliengutachter hat selbstständig zu ermitteln und im Gutachten anzugeben: die tatsächlichen Gegebenheiten (Lage, Form und Größe des Grundstücks, Nutzung, Verkehrsanbindung, Versorgung)<sup>20</sup> sowie die rechtlichen Wertmerkmale des Grundstücks (Art und Maß der baurechtlich zulässigen Nutzung, Erschließung, Grundbuch, Baulistenverzeichnis, Denkmalschutzliste, Altlastenkataster). Die baulichen Anlagen sind nach Bauart, Ausführung und Ausstattung zu beschreiben.<sup>21</sup> Mängel und Schäden sind ebenso anzugeben wie Flächen und andere relevante Bezugsgrößen, beispielsweise Baujahr und Restnutzungsdauer.<sup>22</sup> Ist der relevante Sachverhalt ermittelt, müssen daraus die Schlüsse gezogen werden. Das Gutachten muss nachvollziehbar sein. Der Sachverständige schuldet nicht nur ein richtiges Ergebnis, er schuldet auch die nachvollziehbare Erläuterung, wie er zu seinem Ergebnis kommt.<sup>23</sup> Er muss daher die Berechnungsgrundlagen angeben.<sup>24</sup> Zu benennen sind auch der Wertermittlungsstichtag<sup>25</sup> und der Qualitätsstichtag.<sup>26</sup> Letzteres ist besonders bedeutsam, wenn der Grundstückszustand von der tatsächlichen Grundstückssituation am Wertermittlungsstichtag abweicht, beispielsweise wenn die Fertigstellung eines Rohbauprojekts fingiert wird, um den Wert nach Fertigstellung abzubilden. Anerkannte Schätzregeln sind zu beachten.

Der Sachverständige hat die Sorgfalt zu beachten, die im Verkehr erforderlich ist (§ 276 Abs. 1 S 2 BGB). Zu beachten ist, dass der Sachverständige besonderes Vertrauen und Kompetenz in Anspruch nimmt. Umstände, die für das Ergebnis der Wertermittlung wesentlich sind, sind daher von dem Sachverständigen selbst zu erheben und zu überprüfen, anderenfalls dies in dem Gutachten offen zu legen ist.<sup>27</sup> Die Prüfungspflicht erstreckt sich sowohl auf die Frage, ob das Material zur Herstellung des

20 Simon, Jürgen in: Bayerlein, Walter, Praxishandbuch Sachverständigenrecht, 4. Aufl. (2008), § 47 Rn. 13.

21 Simon, Jürgen in: Bayerlein, Walter, Praxishandbuch Sachverständigenrecht, 4. Aufl. (2008), § 47 Rn. 15.

22 Simon, Jürgen in: Bayerlein, Walter, Praxishandbuch Sachverständigenrecht, 4. Aufl. (2008), § 47 Rn. 15.

23 Netscher, Hans/Bleutge, Katharina, Immobilienbewertung in der Zwangsversteigerung - Kompendium zu rechtlichen Grundlagen mit Praxishinweisen (2011), S. 21, unter Hinweis auf OLG Düsseldorf, Beschl. v. 06.03.1997 - 10 W 33/97.

24 BGH, Urt. v. 21.05.1975 - VIII ZR 161/73 (unter II 3 der Gründe), NJW 1975, 1556 zur Unbilligkeit eines Schiedsgutachtens beim Fehlen einer prüfbaren Berechnungsgrundlage in einem Fall des Schiedsgutachtens.

25 Vgl. hierzu § 3 ImmoWertV.

26 Vgl. hierzu § 4 ImmoWertV.

27 BGH, Urt. v. 02.11.1983 - IV a ZR 20/82 (unter II der Gründe), NJW 1984, 355; BGH, Urt. v. 13.11.1997 - X ZR 144/94 (unter II 1 c der Gründe), NJW 1998, 1059; OLG Karlsruhe, Urt. v. 30.07.2010 - 12 U 245/09, Rpfleger 2010, 688, des Verkehrswertes nach § 74a Abs. 5 ZVG.

Gutachtens tauglich ist, als auch darauf, ob zur Verfügung gestelltes Material als von dem Sachverständigen geprüft und glaubwürdig in das Gutachten eingebracht werden kann oder nicht. Die Überprüfungspflicht beschränkt sich nicht nur auf die Fälle, in denen der Sachverständige Anlass zu Misstrauen hat. Er muss alle Angaben überprüfen, anderenfalls ungeprüfte Angaben durch sein Gutachten entgegen der tatsächlichen Lage als im Einzelnen überprüft und für richtig befunden ausgewiesen werden, was Sinn und Zweck des Wertgutachtens grob zuwiderlaufen würde.<sup>28</sup>

Weder die geringe Höhe des Honorars<sup>29</sup> des Gutachters noch die Vereinbarung eines Kurzgutachtens<sup>30</sup> können den anzuwendenden Sorgfaltsmäßigstab reduzieren. Sowohl das gegen ein geringes Honorar erstellte Gutachten als auch das bestellte Kurzgutachten müssen richtig sein.

Bei den von der Rechtsprechung behandelten Fällen waren die Gutachten aufgrund folgender Umstände fehlerhaft:

- Mutmaßungen und Unterstellungen, beispielsweise durch
  - ungeprüfte Übernahme der Eigentümerangaben zum Mietertrag,<sup>31</sup>
  - durch Bewertung eines Grundstücks ohne Besichtigung der Räumlichkeiten,<sup>32</sup>
  - Berechnung des Ertragswerts auf der Annahme, dass die in dem Anwesen gelegenen Wohnungen frei finanziert und nicht solche des sozialen Wohnungsbaus sind<sup>33</sup>,
- fehlender Hinweis, dass die Wertermittlung auf der Annahme künftiger Umstände beruht, beispielsweise auf der noch zu erfolgenden Bebauung<sup>34</sup>,
- Vernachlässigung der Marktanpassung<sup>35</sup> und

28 BGH, Urt. v. 13.11.1997 - X ZR 144/94 (unter II 1 d bb und cc der Gründe), NJW 1998, 1059.

29 BGH, Urt. v. 13.11.1997 - X ZR 144/94 (unter II 1 c der Gründe), NJW 1998, 1059 in einem Fall, in dem das Gutachten im Auftrag des Eigentümers für einen Kreditgeber bestellt wurde.

30 Volze, Die Grundlagen der Haftung des Sachverständigen, DS 2004, 48 (unter II S. 49).

31 Vgl. den Fall BGH, Urt. v. 13.11.1997 - X ZR 144/94, in dem der Sachverständige aufgrund der ungeprüften Übernahme der Eigentümerangaben zum Mietertrag zu einem Ertragswert von 1,5 Mio. DM, einen Beleihungswert von 1,4 Mio. DM und einen Verkehrswert von 1,5 Mio. DM gelangte. Der von dem Zwangsversteigerungsgericht beauftragte Sachverständige ermittelte einen Verkehrswert von 790.000 DM. Das Grundstück wurde für 653.000 DM versteigert.

32 OLG Köln, Urt. v. 05.02.1993 – 19 U 104/92, VersR 1994, 611; siehe auch die Besprechung von Jessnitzer, DS 1994, 3.

33 Vgl. den Fall BGH, Urt. v. 2.11.1983 - IVa ZR 20/82, in dem der Sachverständige von einem erzielbaren Mietzins von 7,50/qm ausging und darauf aufbauend zu einem jährlichen Bruttoertrag von 91.890 DM und Reinertrag von 68.918 DM kam. Den Verkehrswert des Anwesens schätzte er auf dieser Basis auf 1.447.715 DM. Tatsächlich lag der Bruttoertragswert bei 25.729,08 DM pro Jahr, da der Mietzins den Beschränkungen des sozialen Wohnungsbaus unterlag.

34 Vgl. den Fall BGH, Urteil vom 20.04.2004 - X ZR 250/02, in dem der Sachverständige den Wert des Grundstücks auf der Grundlage der erst noch beabsichtigten Bebauung des Grundstücks mit Wohn- und Geschäftshäusern ermittelte ohne darauf hinzuweisen, dass die Bebauung noch nicht erfolgt ist. Das Verkehrswertgutachten wies einen Verkehrswert von 11,7 Mio. DM aus. Aufgrund des Gutachtens wurde eine Anleihe im Gesamtnennbetrag von 10 Mio. DM aufgelegt. Vgl. auch den Fall BGH, Urt. v. 28.04.1982 - IVa ZR 312/80, in dem der Gutachter einen Verkehrswert von 20 Mio. DM ermittelte, obwohl die Bebaubarkeit des Grundstücks nicht gesichert war, woraufhin ein Darlehensvertrag über 15 Mio. DM geschlossen wurde. Das Meistgebot in der Zwangsversteigerung lag bei 1,9 Mio. DM.

35 Treffend BFH, Urt. v. 03.12.2008 - II R 19/08, Leitsatz 2: „Fehlt als letzter Schritt einer Grundstücksbewertung nach der WertV die Anpassung an die Marktverhältnisse gemäß § 7 Abs. 1 Satz 2 WertV, ist der Nachweis eines niedrigeren gemeinen Werts (noch) nicht geführt. Die Preisbildung am Grundstücksmarkt richtet sich nicht nur nach den Ertragserwartungen der Nachfrager.“

- schematische Bestimmung, beispielsweise durch das arithmetische Mittel von Ertrags- und Sachwert ohne weitere Begründung<sup>36</sup>.

Zu fehlerhaften Gutachten können aber auch ganz banale Fehler führen wie beispielsweise falsches Aufmaß, Rechenfehler etc.

### 3 Einschränkung der Haftung

Sachverständige haften auch bei leichter Fahrlässigkeit für ihr schulhaft fehlerhaft erstelltes Gutachten. Die Ansprüche eines in den Schutzbereich des Gutachtens eingeschlossenen Dritten können sogar weitergehender sein als die des Auftraggebers, so entschieden beispielsweise in folgenden Fällen:

- Herbeiführung der Unrichtigkeit des Gutachtens durch arglistiges Verhalten des Auftraggebers<sup>37</sup> und
- ungeprüfte Übernahme der Angaben des Auftraggebers zum Mietertrag, ohne hierauf hinzuweisen<sup>38</sup>.

Eine Beschränkung der Haftung ist schwer zu erreichen. § 309 Ziff. 7 b BGB sieht von vornherein die Unwirksamkeit einer formularmäßigen Regelung vor, die den Ausschluss oder eine Begrenzung der Haftung auch für grob fahrlässige Pflichtverletzung oder Vorsatz vorsieht. Aber auch ein Haftungsausschluss für leichte oder normale Fahrlässigkeit mithilfe von Allgemeinen Geschäftsbedingungen ist problematisch, wenn nicht unmöglich, wenn dadurch die Haftung für „Kardinalspflichten“ ausgeschlossen wird.<sup>39</sup>

Eine betragsmäßige Haftungsbegrenzung auf die Versicherungssumme des Sachverständigen könnte Erfolg versprechend sein, wenn sie angemessen und ausreichend transparent ist.

---

36 BFH, Urt. v. 03.12.2008 - II R 19/08 (Leitsatz 1 und unter II 1 b der Gründe) zur Rechtswidrigkeit des Handelns des Finanzamts, wenn es den Grundstückwert ohne weitere Begründung auf den Mittelwert von Sach- und Ertragswert feststellt.

37 BGH, Urteil vom 10.11.1994 - III ZR 50/94 (unter 4 a und b der Gründe), NJW 1995, 392, in einem Fall, in dem der Verkäufer die Besichtigung des mangelhaften Dachbodens durch den Sachverständigen vereitelt hatte.

38 BGH, Urt. v. 13.11.1997 - X ZR 144/94 (unter II 1 d der Gründe), NJW 1998, 1059.

39 Vgl. BGH, Urt. v. 15.06.2000 - III ZR 305/98 zum Ausschluss der Haftung für eine fehlerhafte Immobilienberechnung; LG Stuttgart, Urt. v. 14.06.2004 - 14 O 436/03, zur Unwirksamkeit der Einschränkung der Haftung einer Bank für Pflichtverletzungen aus Beratung und Aufklärung; LG Dortmund, Urt. v. 24.11.1994 - 8 O 305/94 zur Unzulässigkeit des Ausschlusses der Haftung auch bei leichter Fahrlässigkeit bei Verletzung der Verkehrssicherungspflicht im Rahmen einer Konzertveranstaltung; LG Hamburg, Urt. v. 18.07.2001 - 401 O 63/00 zur Unzulässigkeit des Ausschlusses bei der Verletzung der Verpflichtung von Disketten;

## 4 Zusammenfassung und Fazit

Die Tätigkeit des Sachverständigen ist gefahrengeneigt. Ansprüche können bei fehlerhaften Gutachten nicht nur dem Auftraggeber zustehen, sondern auch Dritten. Eine Einschränkung der Haftung durch Allgemeine Geschäftsbedingungen ist schwer zu erreichen. Dem Sachverständigen kann nur empfohlen werden, sich auf die Wirksamkeit haftungsreduzierender Formulierungen in seinem Gutachten nicht zu verlassen und darauf zu achten, dass seine Haftpflichtversicherung ausreichend ist. Denn Fehlerquellen gibt es zuhauf und die in Rede stehenden Werte, und damit auch die potenziellen Haftungsansprüche sind regelmäßig enorm.



**Clemente, Clemens**  
Dr.

seit 1983: als Rechtsanwalt in München mit dem Tätigkeitsschwerpunkt Grundschuld tätig; rd. 100 Abhandlungen rund um die Grundschuld veröffentlicht.

2010: Vortrag zu aktuellen Problemen im Zusammenhang mit der Werthaltigkeit der Grundschuld auf den Heidelberger Baufinanzierungstagen  
2010: Vertrieb und Recht.

2011: Haftungsansprüche gegen Immobiliengutachter, in: Bank (Hrsg.), Haftungsansprüche von Banken gegen Dritte.

2011: Vortrag zur Immobilienbewertung in der Gerichtspraxis auf dem Bodenseeforum 2011.

---

# **Sanierungsbedingte Bodenwerterhöhung und Ausgleichsbeträge rechtssicher und rationell ermitteln – eine hoheitliche Aufgabe und Pflicht der Gemeinde**

Herbert Sattler

## **Kurzfassung**

Die Rechtsvorschriften des besonderen Städtebaurechts nach BauGB für Sanierungsgebiete sind in den §§ 136–163 dargelegt. Aus dem Komplex der Wertermittlung in den Sanierungsgebieten werden im Rahmen dieses Beitrages nur einige Schwerpunkte herausgehoben, die Voraussetzung für sachgerechte Lösungen auf der Basis des BauGB, der ImmoWertV und der Bodenrichtwertrichtlinie sind.

Das sind:

Die Gemeinde ist „Herr des Verfahrens“. Das erfordert die öffentliche Darlegung des Planungsrechtes bzw. der Entscheidungspraxis zum Anfangs- und Endwertzustand des Sanierungsgebietes.

Die sachgerechte Ermittlung von Ausgleichsbeträgen erfordert die Überleitung von allgemeinen Bodenrichtwerten für den Anfangs- oder Endwert in besondere Bodenrichtwerte. Die besonderen Bodenrichtwerte sind Voraussetzung für eine sachgerechte Ermittlung der Ausgleichsbeträge für das Grundstück.

Für die Ermittlung der sanierungsbedingten Bodenwerterhöhung sind der Anfangswert und der Endwert des unbebaut gedachten Grundstückes immer auf den gleichen Wertermittlungstichtag zu beziehen. Eine Hochrechnung der Bodenwerte an Hand der historisch bereits auf dem Grundstück befindlichen Bebauung ist ein erheblicher methodischer Fehler und durch die ImmoWertV und das BauGB nicht gedeckt.

Die Prüfung genehmigungspflichtiger Vorhaben und Rechtsvorgänge erfordert die Verkehrswertermittlung des Grundstückes nach den Gesetzmäßigkeiten des regionalen Marktes.

Mit dem Beitrag soll in Kurzfassung über die gesetzlichen Bestimmungen informiert werden. Gleichzeitig werden praktische Möglichkeiten aufgezeigt, die den Gemeinden die Wahrnehmung ihrer Aufgaben ermöglichen und für Ausgleichsbetragspflichtige die Nachvollziehbarkeit der Wertermittlungsergebnisse verbessern.

Das im Anhang beigelegte praktische Beispiel ermöglicht jedem Interessierten, die auf der Grundlage der ImmoWertV und des BauGB durchgeführte Wertermittlung nachzuvollziehen.

## 1 Einleitung

Das BauGB, die ImmoWertV und die Bodenrichtwertrichtlinie 2011 legen die Regeln für die Ermittlung der Ausgleichsbeträge fest. Jede Wertermittlung ist bedingungslos den Gesetzmäßigkeiten des jeweiligen regionalen Marktes unterworfen. Die Komplexität der Regelungen führen mitunter zu Wertermittlungsmodellen, die den o.g. Bestimmungen nicht oder nur teilweise entsprechen.

Mit dem folgenden Beitrag werden Lösungen vorgestellt, mit denen die Bestimmungen des BauGB, der ImmoWertV und die Bodenrichtwertrichtlinie 2011 vollinhaltlich umgesetzt werden. Diese Lösungsvorschläge sind auch auf andere Wertermittlungsmodelle übertragbar.

## 2 Ermittlung der marktkonformen sanierungsbedingten zonalen Bodenwerterhöhung

Städtebauliche Sanierungsmaßnahmen nach BauGB §§ 136–163 sind Maßnahmen, durch die ein Gebiet zur Behebung städtebaulicher Missstände wesentlich verbessert oder umgestaltet wird.

### Ermittlung des Ausgleichsbetrages nach § 154 BauGB:

Der Eigentümer eines im förmlich festgelegten Sanierungsgebiet gelegenen Grundstücks hat zur Finanzierung der Sanierung an die Gemeinde einen Ausgleichsbetrag in Geld zu entrichten, *der der durch die Sanierung bedingten Erhöhung des Bodenwerts seines Grundstücks entspricht ...*

Die durch die Sanierung bedingte Erhöhung des Bodenwerts des Grundstücks besteht aus dem Unterschied zwischen dem Bodenwert, der sich für das Grundstück ergeben würde, *wenn eine Sanierung weder beabsichtigt noch durchgeführt worden wäre (Anfangswert), und dem Bodenwert, der sich für das Grundstück durch die rechtliche und tatsächliche Neuordnung des förmlich festgelegten Sanierungsgebiets ergibt (Endwert)*.

Jede Wertermittlung ist bedingungslos den Gesetzmäßigkeiten des jeweiligen regionalen Marktes unterworfen. *Sie richtet sich grundsätzlich nicht nach den Wünschen der einen oder anderen Partei. Der Markt* wirkt in der Summe der einzelnen Transaktionen als objektive Realität, d. h. unabhängig von dem Wollen und Handeln eines Einzelnen. Daraus ergibt sich folgende Regel:

Die sanierungsbedingte Bodenwerterhöhung ist die Differenz aus dem

- Verkehrswert des unbebaut gedachten Grundstückes für den Qualitätsstichtag Endzustand und dem
- Verkehrswert des unbebaut gedachten Grundstückes für den Qualitätsstichtag Anfangszustand.

Die Komplexität der Ermittlung der Ausgleichsbeträge ist annähernd aus folgender Abb. 1 ersichtlich.

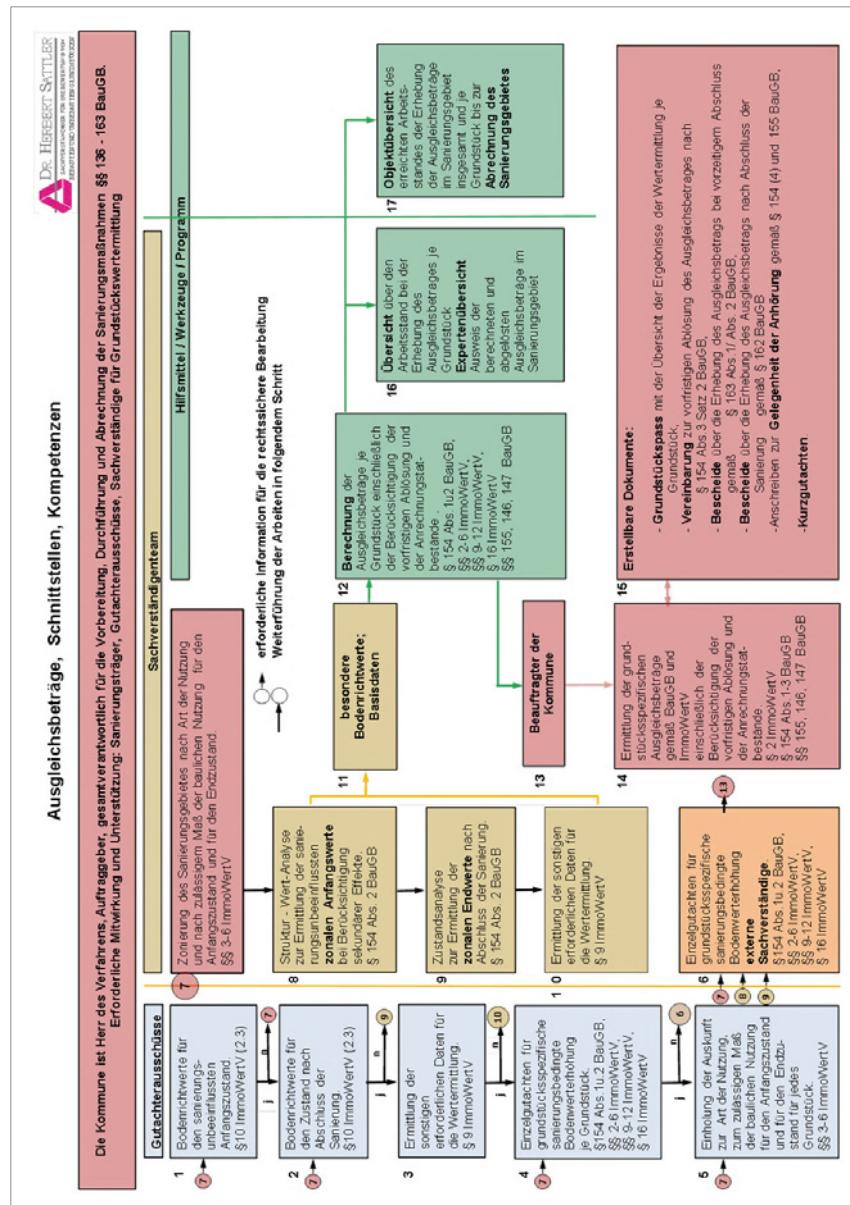


Abb. 1: Komplexität der Ermittlung der Ausgleichsbeträge

Als einer der ersten Schritte wenden sich Gemeinden und Sanierungsbeauftragte an Gutachterausschüsse mit der Bitte, sanierungsunbeeinflusste Anfangswerte und Neuordnungswerte für das Sanierungsgebiet zu erarbeiten. Die Ergebnisse sind außerordentlich unterschiedlich. Während meist Anfangswerte als Zonenwerte erarbeitet werden, ist die Erarbeitung von Neuordnungswerten selten.



Abb. 2: Ausschnitt aus einer Karte für sanierungsunbeeinflusste Bodenrichtwerte

Nach § 193 BauGB ist die Aufgabenstellung des Gutachterausschusses wie folgt definiert:

(3) Der Gutachterausschuss führt eine Kaufpreissammlung, wertet sie aus und ermittelt Bodenrichtwerte und sonstige zur Wertermittlung erforderliche Daten.

(4) Die Gutachten haben keine bindende Wirkung, soweit nichts anderes bestimmt oder vereinbart ist.

Weder die Gemeinde noch das Verwaltungsgericht darf Grundstücksbewertungen durch den Gutachterausschuss ungeprüft übernehmen. Vielmehr ist zu untersuchen, ob die Wertermittlungen nachvollziehbar und an den gesetzlichen Bestimmungen orientiert sind (OVG NRW – Urteil vom 9. April 1990 – 22 A 1185 / 89), nochmals zitiert im Beschluss des BVerwG vom 21. 01. 2005, 4 B 1.05.

Dazu gehört die Prüfung der sachgerechten Fortschreibung der Anfangswerte.

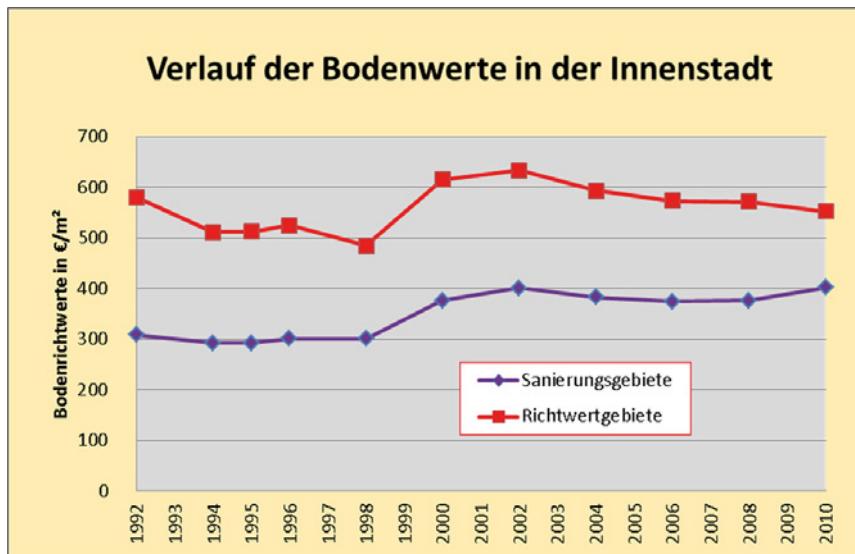


Abb. 3: Überprüfung des Verlaufes der Bodenrichtwerte außerhalb des Sanierungsgebietes und der Angaben zu sanierungsunbeeinflussten Bodenanfangswerten im Sanierungsgebiet

Nach § 153 BauGB sind Änderungen in den allgemeinen Wertverhältnissen auf dem Grundstücksmarkt zu berücksichtigen. Damit wird ausgeschlossen, dass weder die Gemeinde noch der Ausgleichsbetragspflichtige durch die konjunkturelle Entwicklung auf dem Grundstücksmarkt zusätzlich Nutzen erzielen oder Schaden erleiden.

#### Zonale Anfangswerte

sind die für den Qualitätsstichtag „Anfangszustand“ ausschließlich konjunkturell fortgeschriebene Bodenrichtwerte. Sie dürfen nicht durch sanierungsbedingte Wertentwicklungen überlagert werden.

*Die Erhebung von Ausgleichsbeträgen ist eine hoheitliche Aufgabe und Pflicht der Gemeinde. Planungshoheit besitzt ebenfalls die Gemeinde.*

*Das erfordert grundsätzlich die öffentliche Darstellung des Planungsrechtes und der Entscheidungspraxis der Gemeinde für den Anfangswertzustand und für den Endwertzustand, z. B. in Zonenwertkarten.*

*Zonale Bodenrichtwerte im Sanierungsgebiet sind immer durchschnittliche, gebietsbezogene Bodenwerte für unbaut gedachte Grundstücke, nie Bodenwerte für das einzelne Grundstück.*

Aus der Zonierung des Sanierungsgebietes muss über den Zeitraum der Sanierung, der mehr als 20 Jahre betragen kann erkennbar sein:

- das gebietstypische und planungsrechtlich durchschnittliche Maß der baulichen Nutzung bezogen auf den Qualitätsstichtag Anfangszustand,
  - der sanierungsunbeeinflusste Zonenanfangswert nach dem Vergleichswertverfahren bezogen auf den Wertermittlungsstichtag,
  - das gebietstypische und planungsrechtlich durchschnittlich zulässige Maß der baulichen Nutzung für den Qualitätsstichtag End- bzw. Neuordnungszustand,
  - der Zonenendwert für die Qualität des Endes der Sanierung bzw. Neuordnung bezogen auf den Wertermittlungsstichtag (Prognose),
  - grundstücksscharfe Abgrenzung nach Art der Nutzung (z. B. Bauland, Gemeinbedarfsflächen, Verkehrsflächen, Hausgärten, öffentliche Grünanlagen, Unland usw.)
  - beidseitig einer Straße sollte bei vergleichbarem Maß und bei vergleichbarer Art der Nutzung möglichst eine Wertzone gebildet werden.

## Beispiel:

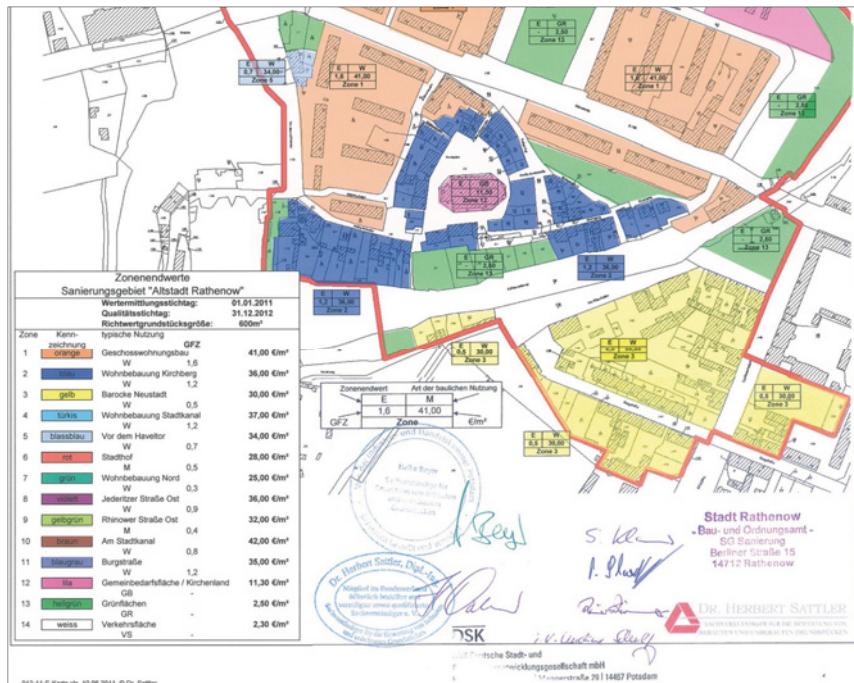


Abb. 4: Beispiel einer Zonenendwertkarte als Grundlage für die Ermittlung der grundstücksspezifischen Ausgleichsbeträge

### **Zonale Bodenendwerte (Neuordnungswerte)**

sind die für den Qualitätsstichtag „Endzustand der Sanierung“ prognostizierten Bodenwerte. Die Prognose der sanierungsbedingten Bodenwerterhöhung kann grundsätzlich nur eine gemeinschaftliche Arbeit sachkundiger Personen sein.

*Dabei sollten mitarbeiten:*

- die zuständigen Sanierungsbeauftragten der Gemeinde,
- die zuständigen Mitarbeiter des Sanierungsträgers,
- Mitglieder des zuständigen Gutachterausschusses für Grundstückswerte,
- Sachverständige für Grundstückswertermittlung,
- sachkundige Bürger, die die Entwicklung im Sanierungsgebiet aus der Sicht der Entwicklung des Grundstücksmarktes beurteilen können.

Vor Bestätigung der Zonenanfangswerte und der Zonenendwerte erfolgt eine *Plausibilitätsprüfung*, inwieweit die ermittelten Werte auf dem jeweiligen Markt akzeptiert werden können.

Das erfolgt

- an Hand der Werte, die vergleichsweise den Gebieten entsprechen, die dem Endwertzustand des Gebietes, für welche die Zonenwerte ermittelt wurden, nahe kommen,
- an Hand der Werte, die vergleichsweise als Kosten für die Erschließung und Ausbau nach § 127 des BauGB zu zahlen wären und
- an Hand einer prophylaktischen Kontrolle nach § 156 a BauGB, inwieweit die möglicherweise zu erhebenden Ausgleichsbeträge den Wert übersteigen, den die Gemeinde selbst für die Sanierung aufgewendet hat.

Diese Plausibilitätsprüfung erfordert eine überschlägliche Bilanz der Gesamtsumme des möglicherweise im Sanierungsgebiet zu erhebenden Ausgleichsbetrages.

Erst wenn die Zonenanfangswerte und die Zonenendwerte bestätigt sind, kann die Ermittlung des sanierungsbedingten Bodenwertzuwachses für das jeweilige Grundstück konsequent nach den Bestimmungen des BauGB und der ImmoWertV erfolgen.

Mit dieser Plausibilitätsprüfung wird der Nachweis der Rechtssicherheit der ermittelten Zonenwerte erbracht. Für die betroffenen ausgleichsbetragspflichtigen Eigentümer wird offen gelegt, welchen Deckungsbeitrag die Ausgleichsbeträge an den Kosten erreichen, die die Gemeinde selbst zur Finanzierung der Sanierungsmaßnahmen aufgebracht hat.

Dieser Nachweis ist für die Öffentlichkeitsarbeit wichtig. In keiner der betreuten Gemeinden hat bisher die Presse berichtet, dass die Ausgleichsbeträge eine „Abzocke“ der Eigentümer darstellen.

## Vergleich des überschlägich ermittelten Ausgleichsbetrages mit den Aufwendungen für die Sanierung

Land :		"Historische Altstadt"		
Ort:				
Größe des Sanierungsgebietes		402.317	m <sup>2</sup>	
Einwohner		24.300		
Sanierungszeitraum	von	1992	bis	31.12.2013
geplante Fördermittel aus der Städtebauförderung				
Bund, Land, Stadt, gesamt		19.612.000	€	
		48,75	€/m <sup>2</sup>	
darunter Kosten, die auf die Gemeinde entfallen		4.866.100	€	
		12,10	€/m <sup>2</sup>	
darunter: eingesetzte und geplante Fördersumme = Sanierungsaufwand (B5)		7.521.000	€	
		18,69	€/m <sup>2</sup>	
(B 5: Anlage und Gestaltung von öffentlichen Straßen, Wegen, Plätzen)				
Summe möglicher erhebbarer Ausgleichsbeträge	ca.	1.030.000	€	
Deckungsbeitrag des Ausgleichsbetrages an dem geplanten Sanierungsaufwand (B5) insgesamt		13,69	%	
Deckungsbeitrag des Ausgleichsbetrages an den Kosten, die auf die Gemeinde entfallen		21,17	%	
überschlägich ermittelte sanierungsbedingte zonale Bodenwerterhöhung		4,24	€/m <sup>2</sup>	
überschlägich ermittelter durchschnittlicher Wertzuwachs		15,54	%	
vergleichbarer Ausbaubetrag für den Ausbau von Anlagen im Bereich von Straßen, Wegen, Plätzen, Straßenbegleitgrün innerhalb des Sanierungsgebietes		7,43 bis 12,58	€/m <sup>2</sup>	
Quelle:	Kosten- und Finanzübersicht Sanierungsgebiet "Historische Altstadt", Stand 31.12.2011	vergleichbare Ausbaubeträge nach Berechnungen der Stadt		

Abb. 5: Plausibilitätsprüfung über die Höhe der sanierungsbedingten Bodenwerterhöhung

### 3 Ermittlung der marktkonformen sanierungsbedingten Bodenwerterhöhung am Grundstück

Bei der *Bewertung der Grundstücke sind gemäß ImmoWertV grundsätzlich zu beachten:*

§ 3 Wertermittlungsstichtag und allgemeine Wertverhältnisse

§ 4 Qualitätsstichtag und Grundstückszustand

§ 5 Entwicklungszustand

§ 6 Weitere Zustandsmerkmale wie

- Art und Maß der geplanten baulichen Nutzung,
- wertbeeinflussende Rechte und Belastungen,
- abgabenrechtlicher Zustand,
- Lagemerkmale,
- die tatsächliche Nutzung,
- die Grundstücksgröße,
- der Grundstückszuschnitt und die Bodenbeschaffenheit,
- Eignung als Baugrund, ...

§ 11 Indexreihen

§ 12 Umrechnungskoeffizienten

**Jeder Ausgleichsbetragspflichtige hat Anspruch auf den Nachweis der Wertermittlung für sein Grundstück entsprechend der ImmoWertV.**

Das Grundstück im grundbuchrechtlichen Sinne ist durch Grundbuchbezeichnungen (Grundbuch, Grundbuchblatt), seine Katasterbezeichnung (Gemarkung, Flur, Flurstück) und seine Lage bestimmt. Das Grundstück kann auch als wirtschaftliche Einheit bewertet werden (§ 2 BewG).

Steht ein Wirtschaftsgut mehreren Personen zu, so ist sein Wert im Ganzen zu ermitteln. Der Wert ist auf die Beteiligten nach dem Verhältnis ihrer Anteile zu verteilen (§ 3 BewG, Bewertung von Miteigentumsanteilen).

Die Erhöhung des Bodenwertes des Grundstückes besteht aus dem Unterschied zwischen dem Bodenwert des unbebaut gedachten Grundstückes, der sich ergeben würde, wenn eine Sanierung weder beabsichtigt noch durchgeführt worden wäre (Anfangswert), und dem Bodenwert, der sich für das Grundstück durch die rechtliche und tatsächliche Neuordnung des förmlich festgelegten Sanierungsgebiets ergibt (Endwert).

### **Die vorhandene Bebauung bleibt unberücksichtigt**

(Grundsatzregelung nach § 16 Abs. 1 der ImmoWertV, § 196 Abs. 1 BauGB, Ziffer 7 Abs. 3 BRW-RL und § 28 Abs. 3 der WertV).

Bei der Grundstücksbewertung ist zu beachten:

#### **1. Zustandsbedingte Bodenwerterhöhungen**

Diese werden unmittelbar für jedes Grundstück wirksam.

Die sanierungsbedingten Bodenwerterhöhungen im Sanierungsgebiet oder im Teil eines Sanierungsgebietes können bei Beibehaltung der für den Anfangszustand geltenden planungsrechtlichen Festlegungen unabhängig von der tatsächlichen Bebauung auf jedem Grundstück abgeschöpft werden. Lageverbesserungen werden für alle Grundstücke wirksam.

#### **2. Planungsrechtlich bedingte Bodenwerterhöhungen**

(Sanierungsbebauungsplan, § 34 BauGB, planungsrechtliche Entscheidungspraxis der Gemeinde),

Die planungsrechtlich bedingte Bodenwerterhöhung im Sanierungsgebiet oder im Teil eines Sanierungsgebietes ist bei unbebauten Grundstücken uneingeschränkt wirksam. Bei bebauten Grundstücken ist zu prüfen, inwieweit dem Eigentümer zuzumuten ist, diese GFZ – Erhöhung sofort umzusetzen. Bei bestehender Bebauung ist der mögliche planungsrechtliche Wertzuwachs über die wirtschaftliche Restnutzungsdauer des bestehenden Gebäudes abzuzinsen (§ 28.3 der WertV; § 2 ImmoWertV).

Eine präzise Trennung dieser beiden wertbeeinflussenden Faktoren ist Voraussetzung, um den Bestimmungen des BauGB und der ImmoWertV zu entsprechen. Allerdings wird diese Bedingung häufig nicht beachtet.

Im Sanierungsgebiet fallen die **Qualitätsstichtage** für den Anfangszustand und den Endzustand sowie die **Wertermittlungsstichtage** für den Anfangswert und den Endwert auseinander.

**Jede Wertermittlung ist stichtagsbezogen.** Anfangswert und Endwert des Grundstückes sind grundsätzlich bezogen auf den gleichen Wertermittlungsstichtag zu ermitteln. Auch bei nachgebenden Preisen auf dem Grundstücksmarkt wird die Erhebung der Ausgleichsbeträge nicht ausgeschlossen.

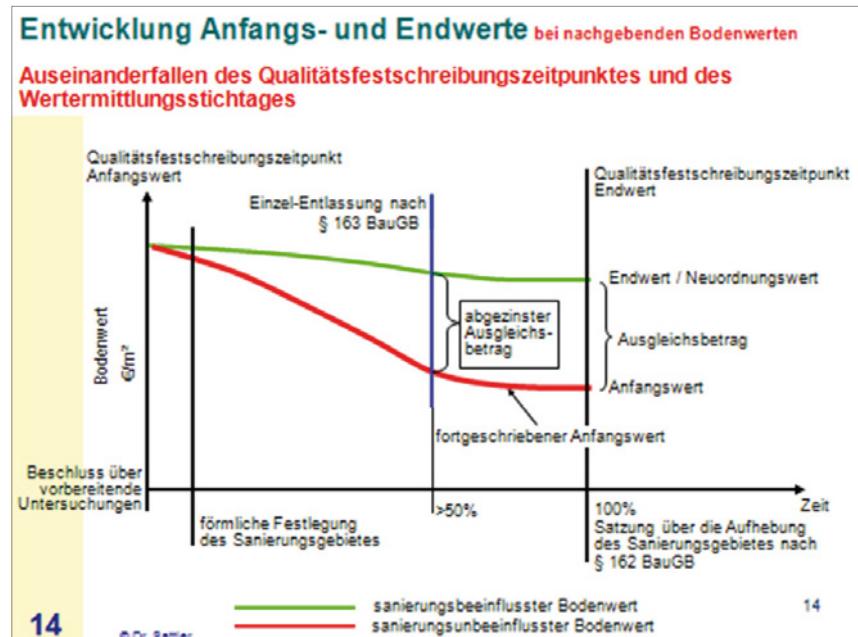


Abb. 6: Verlauf der Anfangs- und Endwerte bei nachgebenden Bodenwerten

**Der Ausgleichsbetragspflicht unterliegen nach § 154 Abs. 2 des BauGB nur „sanierungsbedingte Bodenwerterhöhungen, konjunkturelle Bodenwertveränderungen sind nach § 153 Abs.1 des BauGB und § 26 Abs.1 der WertV zu berücksichtigen.**

## Gemeinbedarfsflächen

Das BauGB nimmt Flächen, die öffentlichen Zwecken gewidmet sind (Gemeinbedarfsflächen, auch Kirchen u. a.), von der Ausgleichsbetragspflicht nicht aus. Auch von der Gemeinde sind grundsätzlich Ausgleichsbeträge zu erheben. Nach dem Urteil des BVerwG vom 21.10.1983 (88C29/82) entfällt die Ausgleichsbetragspflicht so lange, wie zwischen Gläubiger und Schuldner Identität herrscht.

Fiktive Ausbaubeträge können je nach den Umständen des Einzelfalls als Anhaltpunkte bei der Ermittlung einer sanierungsbedingten Bodenwerterhöhung mit herangezogen werden (BVerwG vom 21.01.2005, 4 B 1.05). Erst die Analyse des regionalen Marktes ermöglicht die Ableitung der besonderen für die Wertermittlung erforderlichen Daten.

Beispielsweise:

- die Ermittlung der Richtwertgrundstücksgröße im Sanierungsgebiet,
- die Abhängigkeit der Bodenpreise von der Grundstücksgröße.

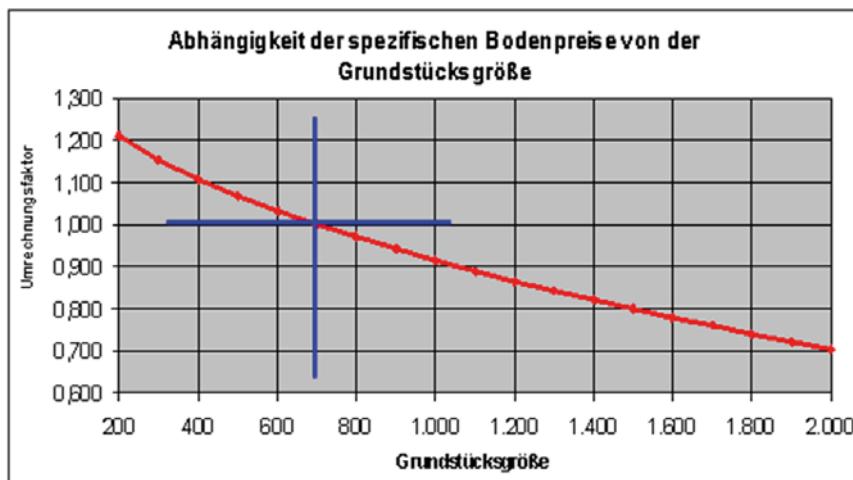


Abb. 7: Marktabhängigkeit der spezifischen Bodenpreise von der Grundstücksgröße

- Die Art und das Maß der zulässigen baulichen Ausnutzung im Sanierungsgebiet als Bestandteil der Zonenrichtwertkarten.

Das im Anhang beigefügte praktische Beispiel ermöglicht jedem Interessierten, die auf der Grundlage der ImmoWertV und des BauGB durchgeführte Wertermittlung nachzuvollziehen. Es stellt den allgemeinen Fall der Wertermittlung dar.

## 4 Planungsrecht und sanierungsbedingte Bodenwerterhöhung am Grundstück

Das Planungsrecht gehört zu den rechtlichen Gegebenheiten und tatsächlichen Eigenschaften (§ 194 des BauGB) des Grundstückes, auch im Sanierungsgebiet.

Für die Qualitätsfestschreibung für den Endwertzustand ist der maßgebliche Grundstückszustand im Ergebnis der durchgeführten Sanierungsmaßnahmen darzustellen. Das ist der Zeitpunkt, bei dem die geplanten Sanierungsmaßnahmen abgeschlossen werden. Das ist eine der wesentlichen Aufgaben bei der Darstellung der besonderen Zonenrichtwertkarten und deren öffentliche Bekanntmachung. Erfolgt das nicht, ist die Ermittlung der Ausgleichsbeträge willkürlich, das Gleichbehandlungsprinzip verletzt und damit immer anfechtbar.

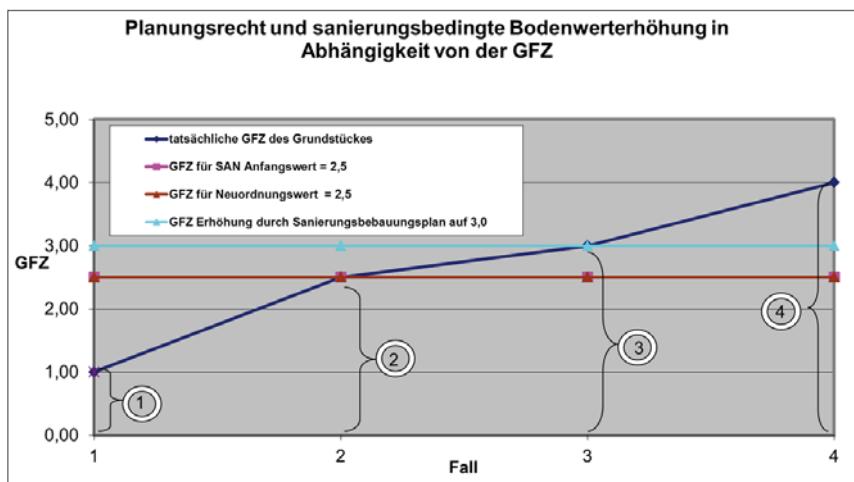


Abb. 8: Planungsrecht und sanierungsbedingte Bodenwerterhöhung

Wird die tatsächlich vorhandene bauliche Nutzung mittels GFZ-Umrechnungskoeffizienten für das jeweilige Grundstück zur Hochrechnung des Bodenwertes genutzt ist das ein gravierender Verfahrenswechsel. Damit wird der lagebedingte Bodenwertzuwachs ohne planungsrechtliche Festsetzung mittels GFZ-Koeffizienten überhöht. Diese Überhöhung ohne planungsrechtliche Autorisierung ist nicht sanierungsbedingt und damit als Ausgleichsbetrag nicht abschöpfungsfähig. Damit erfolgt de facto „Umstieg in eine Verkehrswertermittlung“ ohne die Berücksichtigung des Bodenwertverzinsungsbetrages. Das ist ein fundamentaler Systemfehler.

*Die gesetzlichen Festlegungen der ImmoWertV zum Ertragswertverfahren verlangen die Berücksichtigung des Bodenwertverzinsungsbetrages.*

Nach dieser Praxis ist die Bodenwerterhöhung abhängig von der Restnutzungsdauer der aufstehenden Bebauung.

Für unmittelbar nebeneinander liegende bebauten Grundstücke wird ein im Verhältnis der GFZ unterschiedlicher „Bodenwertzuwachs“ ausgewiesen.

- Was wird bei einem unbebauten Grundstück berechnet?
- Was bei einem Liquidationsobjekt?

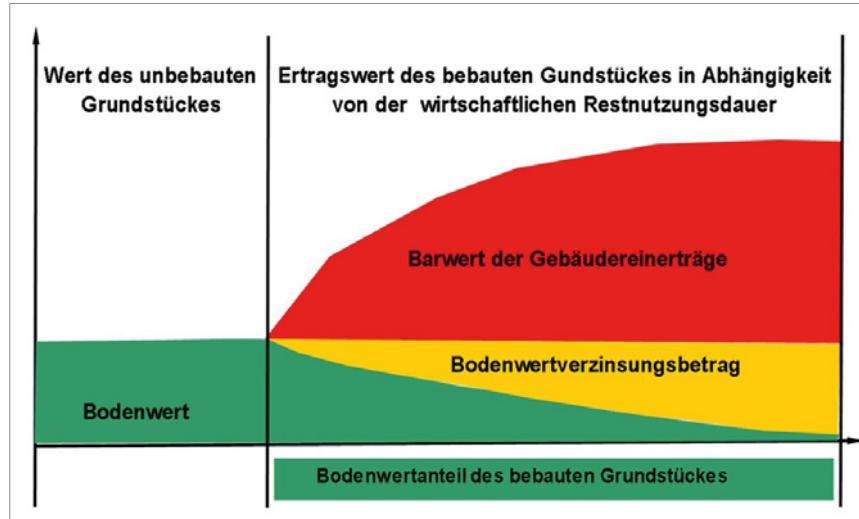


Abb. 9: Verlauf des Bodenwertanteiles bei Ertragswertgrundstücken in Abhängigkeit von der Nutzungsdauer

## 5 Fälligkeit des Ausgleichsbetrages

Die Entrichtung des Ausgleichsbetrages ist gemäß § 154 Abs.3 nach Abschluss der Sanierungsmaßnahmen entsprechend § 162 bzw. § 163 BauGB gesetzlich festgelegt. Durch die Gemeinde und den Eigentümer kann ein Zeitpunkt für die frühere Entrichtung des Ausgleichsbetrages vereinbart oder mit Bescheid der Gemeinde angefordert werden.

Durch die vorzeitige Entrichtung des Ausgleichsbetrages entgeht dem Eigentümer die Möglichkeit, das Geld anzulegen und damit gegebenenfalls einen Zinsgewinn zu erzielen. Der Gemeinde steht dem gegenüber eher Geld als Finanzierungsbeitrag für die Sanierung zur Verfügung. Demzufolge ist es gerechtfertigt, bei vorzeitiger Entrichtung des Ausgleichsbetrages diesen über den Zeitraum zwischen dem Endtermin der Sanierung und dem Termin der vorzeitigen Entrichtung abzuzinsen.

Die Höhe des Abzinsungssatzes ist durch die Gemeindevertreter zu beschließen und zweckmäßigerweise mit den Bewilligungsbehörden abzustimmen.

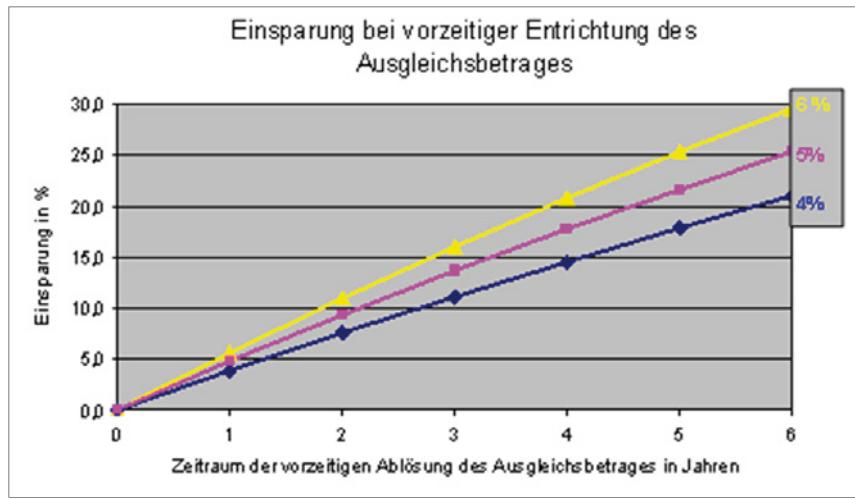


Abb. 10: Abzinsung bei vorzeitiger Ablösung des Ausgleichsbetrages

Dieses Verfahren ist durch § 2 (2) ImmoWertV gedeckt.

*Ein weiterer „Verfahrens-, Risiko- oder Pionierabschlag“ ist weder durch das BauGB noch durch die ImmoWertV vorgesehen. Ausgleichsbeträge ergeben sich aus der durch die Sanierung bedingten Erhöhung des Bodenwertes des Grundstücks unter Berücksichtigung der Anrechnungstatbestände.*

Beispiel:

auf den Ausgleichsbetrag sind gemäß §§ 155, 146, 147 des BauGB anzurechnen:		
Bodenordnung einschließlich Erwerb von Grundstücken	0,0	TE
Abbruchkosten / Freilegungskosten	0,0	TE
zulässigerweise für die Ziele der Sanierung durchgeführte		
Investitionen	1,0	TE
auf den Ausgleichsbetrag geleistete Vorauszahlungen	0,0	TE
Abtretung von Grundstücksflächen	0,0	TE
Bereitstellung von Ausgleichsflächen (§1a Abs.3 BauGB)	0,0	TE
Aufwendungen für Entmietung / Umzug	0,0	TE
Planungskosten für Städtebauliche Maßnahmen	0,0	TE
Vermessungskosten	0,0	TE
Summe	1,0	TE

Abb. 11: Auf den Ausgleichsbetrag anrechenbare Kosten

*Ausgleichsbetragspflichtig* ist der zum Zeitpunkt der Erhebung im Grundbuch stehende Eigentümer. Im Sanierungsgebiet werden keine Erschließungsbeiträge nach § 127 BauGB erhoben.

## 6 Ermittlung der Ausgleichsbeträge für Grundstücke

Sollten durch den zuständigen Gutachterausschuss tatsächlich zonale Anfangs- und Endwerte ermittelt worden sein, findet sich in der Legende folgender Text:

*„Anfangswert ohne Berücksichtigung der rechtlichen und tatsächlichen Neuordnung im Sanierungsgebiet. Anfangswerte beziehen sich auf die Grundstücksqualität bau-reif, unbebaut, ortsübliche Grundstücksgröße. Erhebung von Ausgleichsbeträgen erfolgen nach §§ 154 ff. BauGB durch die Gemeinde.“*

Meist fehlen auch noch die zur Wertermittlung erforderlichen Daten, beispielsweise

- die Richtwertgrundstücksgröße im Sanierungsgebiet,
- die Abhängigkeit der Bodenpreise von der Grundstücksgröße,
- Art und das Maß der zulässigen baulichen Ausnutzung,
- Indexreihen über die Entwicklung der allgemeinen Wertverhältnisse am Grundstücksmarkt,
- Qualitätsstichtage für den Anfangs- und den Endzustand.

Was bleibt nun den Gemeinden?

### 6.1 Das sogenannte vereinfachte Verfahren

Als „Ausgleichsbetrag“ wird die Differenz des zonalen Endwertes und des zonalen Anfangswertes mit der Grundstücksfläche multipliziert.

*Dieses Verfahren widerspricht den gesetzlichen Festlegungen (siehe Punkt 3) und ist als grob fahrlässig abzulehnen.*

### 6.2 Einzelgutachten durch Sachverständige

Grundsätzlich ist gegen ein solches Verfahren nichts einzuwenden. Bei 250 bis 1.200 Grundstücken im Sanierungsgebiet muss sich die Gemeinde schon über die mit der Wertermittlung verbundenen Kosten im Klaren werden. (Kosten je Grundstück ab 450 € aufwärts). Darüber hinaus ist die Gemeinde abhängig von der Verfügbarkeit der Sachverständigen.

Eine Ausgleichsbetragsermittlung „handgemacht“ ist als Anhang beigefügt.

### 6.3 Programm zur Berechnung der Ausgleichsbeträge

Unter der Leitung des Verfassers wurde ein bisher einzigartiges, webbasiertes Verfahren zur Unterstützung der Arbeit der Gemeinden entwickelt.

Durch die Sanierungsbeauftragten der Gemeinde kann damit eigenständig die Berechnung der Ausgleichsbeträge je Grundstück, einschließlich der Berücksichtigung der vorfristigen Ablösung und der Anrechnungstatbestände erfolgen. Die Einhaltung des verfassungsrechtlich geforderten Gleichbehandlungsprinzips ist gewährleistet.

Mit dem Verfahren wird die taggenaue Übersicht über den Arbeitsstand bei der Erhebung des Ausgleichsbetrages je Grundstück, als Zusammenfassung der Ausgleichsbeträge im Sanierungsgebiet und als Grundstückskonkrete Rechenschaftsleistung gewährleistet (siehe Abb. 12).

Sie können das Programm selbst testen!

Abb. 12: Startseite unter [www.dr-sattler.de](http://www.dr-sattler.de)

Mit dem Gutachtenprogramm können folgende Dokumente erstellt werden:

1. Grundstückspässe, (Ausdruck der Datenübersicht als Grundstückspass zur Verhandlung mit den interessierten Grundstückseigentümern zur Vorbereitung der Vereinbarung über die vorzeitige Erhebung der Ausgleichsbeträge, taggenaue Berechnung der Abzinsung des Ausgleichsbetrages als Anreiz zur vorzeitigen Ablösung);
2. Anschreiben zur Gelegenheit der Anhörung gemäß § 154 (4) BauGB;
3. Vereinbarungen über die vorzeitige Ablösung des Ausgleichsbetrags gemäß § 154 Abs. 3 Satz 2 BauGB;
4. Bescheide über die Erhebung des Ausgleichsbetrags bei vorzeitigem Abschluss gemäß § 163 Abs.1/ Abs. 2 BauGB;
5. Bescheide über die Erhebung des Ausgleichsbetrags nach Abschluss der Sanierung gemäß § 162 BauGB;
6. Kurzgutachten zur Ermittlung des Ausgleichsbetrages je Grundstück.

## 7 Verfahren zur Ermittlung der sanierungsbedingten Bodenwerterhöhung

Verschiedene Modelle zur Ermittlung der sanierungsbedingten Bodenwerterhöhung sind im Gebrauch.

Beispielsweise:

- Das Brandenburger Modell auf der Grundlage eines marktkonformen Zielbaumverfahrens,
- das „Kollokationsmodell“ oder das „Niedersachsenmodell“ als mathematisch statistisches Verfahren,
- AV Ausgleichsbeträge Berlin, Amtsblatt von Berlin, Nr. 9 vom 20.02.2009, Anwendung eines normierten Zielbaumverfahrens,
- die Multifaktorenanalyse nach Koch,
- die Multifaktorenanalyse als Dreistufenmodell nach Hofer, u. a.

Hinsichtlich des gewählten Bewertungsverfahrens kann die Gemeinde eine methodische »Prärogative« in Anspruch nehmen. Das heißt aber nicht, dass innerhalb eines Sanierungsgebietes die Verfahren je nach Ausfall der Wertermittlung gewechselt werden dürfen (Verstoß gegen den Grundsatz der Gleichbehandlung).

Die Eignung der Verfahren muss grundsätzlich unter folgenden Aspekten überprüft werden:

- Werden mit der Wertermittlung die Gesetzmäßigkeiten des regionalen Marktes erfasst?
- Entspricht die Wertermittlung den Bestimmungen des BauGB, der ImmoWertV und der Bodenrichtwertrichtlinie?
- Ist das Verfahren auch über einen Zeitraum von 15–20 Jahren für die Gemeinde und für die Ausgleichsbetragspflichtigen nachvollziehbar?

## 8 Zusammenfassung

„Wo kein Kläger, ist auch kein Richter“ darauf kann man zwar hoffen, damit darf man aber nicht rechnen. Der Beitrag zeigt notwendige Voraussetzungen auf, die eine rechtssichere Ermittlung der Ausgleichsbeträge erfordern. Es werden aber auch Eckpunkte dargestellt, die die Ermittlung von Ausgleichsbeträgen rechtlich angreifbar machen.

Die Komplexität der Wertermittlung in Sanierungsgebieten fordert nahezu die gemeinschaftliche Arbeit zwischen den Gemeinden, den Gutachterausschüssen, den Sanierungsträgern, den Stadtplanern und den Sachverständigen. Der Bezug auf den regionalen Markt und die eindeutige Orientierung an die Bestimmung des Baugezettelbuchs, der ImmoWertV, der Bodenrichtwertrichtlinie und der aktuellen Rechtsprechung erhöht die Rechtssicherheit der vorzulegenden Wertermittlungen.

Eine allgemeingültige, für alle Sanierungsgebiete geltende „Rechenvorschrift“, aus der sich mathematisch exakt der Ausgleichsbetrag ableiten lässt, gibt es nicht.

## Quellen/Literatur

### Rechtsgrundlagen und Verwaltungsrichtlinien

- Verordnung über die Grundsätze für die Ermittlung der Verkehrswerte von Grundstücken (Immobilienwertermittlungsverordnung – ImmoWertV) vom 19. Mai 2010,
- Richtlinien für die Ermittlung der Verkehrswerte (Marktwerte) von Grundstücken (Wertermittlungsrichtlinien – WertR 06) in der Fassung vom Mai 2006,
- Baunutzungsverordnung – Verordnung über die bauliche Nutzung der Grundstücke (BauNVO) in der Bekanntmachung der Neufassung vom 23.01.1990, zuletzt geändert am 22.04.1993,
- Richtlinie zur Ermittlung von Bodenrichtwerten, (Bodenrichtwertrichtlinie – BRW-RL), vom 11. Januar 2011,
- Baugesetzbuch (BauGB) in der Fassung der Bekanntmachung vom 23. September 2004 (BGBl. I S. 2414), geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 21. Dezember 2006 (BGBl. I S. 3316), zuletzt geändert durch Artikel 4 des Gesetzes vom 24. Dezember 2008 (BGBl. I S. 3018)".

### Verwendete Literatur

- (1) Kleiber, Simon: <http://www.Kleiber-digital>, Bundesanzeiger Verlag, Stand März 2012, Praxisnahe Erläuterungen zur Verkehrswertermittlung von Grundstücken.
- (2) Kleiber, Simon, Weyers: Verkehrswertermittlung von Grundstücken Kommentar und Handbuch zur Ermittlung von Verkehrs-, Beleihungs-, Versicherungs- und Unternehmenswerten unter Berücksichtigung von WertV und BauGB, (Bundesanzeiger, 4. Auflage, 2002).
- (3) Kleiber: WertR 06, Wertermittlungsrichtlinien 2006, Sammlung amtlicher Texte zur Ermittlung des Verkehrswerts von Grundstücken mit Normalherstellungs-kosten 2000 (NHK 2000) (Bundesanzeiger, 9. Auflage, 2006).
- (4) Beck-Texte in dtv., Baugesetzbuch mit BauNVO, PlanZV, WertV, ROG), (37. Auflage, 2005)
- (5) Krautzberger: Städtebauförderungsrecht, Kommentar und Handbuch, Verlag Vahlen, Lose Blatt Sammlung, Oktober 2011.
- (6) Gürter Hofer: Ausgleichsbeträge in kleinstädtischen Sanierungsgebieten der jungen Bundesländer GuG Nr. 05/2002.
- (7) Dr. Herbert Sattler: Wertermittlung in Sanierungsgebieten, GuG Nr. 02/2004.
- (8) Dr. Herbert Sattler: Die Ermittlung der sanierungsbedingten Bodenwertsteigerung und des Ausgleichsbetrages, VHW-Seminar, 3. Forum Ausgleichsbeträge für Sanierungsmaßnahmen, 18.02.2004.
- (9) Dr. Herbert Sattler: Zur Wertermittlung in Sanierungsgebieten, Institut für Städtebau Berlin der Deutschen Akademie für Städtebau und Landesplanung, Kurs 483/6 2005.
- (10) Dr. Herbert Sattler: Qualitätsanforderungen an Gutachten zur Wertermittlung in Sanierungsgebieten, VHW-Seminar, Wertermittlung in Sanierungsgebieten und Entwicklungsbereichen, 28.11.2005.
- (11) Dr. Herbert Sattler: Zur Praxis der Wertermittlung in Sanierungsgebieten, 10/2009, [www.dr-sattler.de](http://www.dr-sattler.de).
- (12) Beck / Dyroff: Rechtshandbuch Sanierungsgebiete und Steuern, Der juristische Verlag Lexikon, Berlin 2004.

- 
- (13) Dipl.-Ing. Bernhard Bischoff: Berlin, 20. September 2007, Vortrag Berliner Fachseminare.
  - (14) Dr. Herbert Sattler / Jörg Sattler: Ermittlung von Ausgleichsbeträgen in Sanierungsgebieten, GuG Nr. 05/2009.
  - (15) Wolfgang Seitz: Zielbaumverfahren – Wertermittlung oder Willkür; GuG Nr. 04/2011.
  - (16) Dr. Sattler: Die Ermittlung von Ausgleichsbeträgen – eine hoheitliche Aufgabe und Pflicht der Gemeinde GuG Nr. 06/2011.
  - (17) Mathony. Von der Sanierungssatzung zum Ausgleichsbetrag, Hand buch für die kommunale Praxis, vhw-Verlag, 1. Auflage 2009.
- 



**Sattler, Herbert**  
Dr. oec. Dipl.-Ing.

1956: Ing. für Triebwerksbau, Fachschule für Flugzeugbau Dresden  
1966: Dipl.-Ing. für Feinmesstechnik, Technische Universität Dresden  
1976: Dr. oec., Universität Rostock  
1989: Gründung des Sachverständigenbüros für Grundstücksbewertung  
1998: öffentliche Bestellung und Vereidigung als Sachverständiger für die Bewertung von bebauten und unbebauten Grundstücken

Weitere Informationen finden Sie unter [www.dr-sattler.de](http://www.dr-sattler.de).

---

## Anhang

### Beispiel für die Berechnung von Ausgleichsbeträgen

entsprechend den Bestimmungen des BauGB und der ImmoWertV

- in Abhängigkeit von der GFZ
- unter Berücksichtigung von Rechten und Belastungen
- vorläufiger Ausgleichsbetrag bei vorzeitiger Ablösung
- Verkehrswertdifferenz infolge der Bodenwerterhöhung
- Planungsrecht und sanierungsbedingte Bodenwerterhöhung in Abhängigkeit von der GFZ

Stand : April 2012

**Bodenanfangswert****Ermittlung des sanierungsunbeeinflussten Anfangswertes für das Grundstück  
§ 154 Absatz 2 des BauGB in Verbindung mit der ImmoWertV 2010****Wertermittlungsstichtag :****30.03.2012****Grundbuchangaben**

LGB-Nr.	Gemarkung	Flur	Flurst. Nr.:	Nutzart	Fläche (m <sup>2</sup> ):	siehe Gutachten
					1.550	

**Grundstücksgröße zusammen :****1.550 m<sup>2</sup>****Art und Maß der baulichen Nutzung des Grundstücks****zonaler Bodenanfangswert : ( § 16 der ImmoWertV )**Stand vom: **01.01.2012**

Gebiet / Ort / Straße	Nutzung:	GFZ	€/m <sup>2</sup>
sanierungsunbeeinflusster zonaler Anfangswert		2,5	550,00

**Umrechnung der Wertverhältnisse auf den Bewertungsstichtag**( § 11 der ImmoWertV ) Bodenpreisindex : **1,00 550,00 €/m<sup>2</sup>****Berücksichtigung von Abweichungen in den Zustandsmerkmalen**

( §§ 4 - 6 der ImmoWertV )

**Ausgangswert für das zu bewertenden Grundstück 550,00 €/m<sup>2</sup>  
aus der unterschiedlichen baulichen Nutzung: ( § 12 der ImmoWertV )****GFZ - Umrechnung**

Umrechnungskoeffizient für die planungsrechtlich zulässige Nutzung zum Anfangswertzustand für die Zone, in der sich das zu bewertende Grundstück befindet

GFZ = 2,5 1,2003

Umrechnungskoeffizient für die planungsrechtlich zulässige Nutzung zum Anfangswertzustand, falls die planungsrechtlich definierte Zone, in der sich das zu bewertende Grundstück befindet, nicht mit der Richtwertzone übereinstimmt.

GFZ = 2,5 1,2003

**Beachte: Zu bewerten ist das unbebaut gedachte Grundstück!****GFZ Umrechnungsfaktor:****1**

Die Berücksichtigung der Umrechnungsfaktoren für die Grundstücksgröße ist für das Gebiet vorzunehmen, in dem sich das zu bewertende Grundstück befindet. Die Abhängigkeit der Bodenpreise von der Grundstücksgröße ist vom Gutachterausschuss oder vom Sachverständigen selbst zu ermitteln.

**Beispiel:****Umrechnungskoeffizient für das zu bewertende Grundstück**

: 0,660

**Umrechnungskoeffizient für die Richtwertgrundstücksgröße**

: 0,660

**Korrekturfaktor für die Grundstücksgröße** : 1,000**Ausgangswert nach Berücksichtigung der Grundstücksgröße**550,00 €/m<sup>2</sup>

Auswertung der Grund- und Bodenbeschreibung bezogen auf den o.g. Richtwert

§ 4 der ImmoWertV

**Torflinse auf dem Baugrundstück**Zuschlag/Abschlag : -6 % = -33,00 €/m<sup>2</sup>

Auswirkung grundstücksbezogener Rechte und Belastungen

§ 6 der ImmoWertV

**Belastung des Grundstückes durch Leitungsrechte**Zuschlag/Abschlag : -3 % = -16,50 €/m<sup>2</sup>**Berücksichtigung weiterer wertbeeinflussender Kriterien beim zu bewertenden Grundstück im Vergleich zum Richtwertgrundstück bzw. zum Richtwertgebiet**

§ 15 in Verbindung mit § 16 der ImmoWertV

**Unterschiede in der Lage**

Entfernung zu Dienstleistung u. Handel	5	näher
Entfernung zu Verkehrseinrichtungen	0	gleichwertig
Wohnlage, Geschäftslage	0	gleichwertig
unmittelbares Umfeld	0	gleichwertig
Immissionen (Rauch, Staub, Lärm)	-5	schlechter
Zuschlag/Abschlag	: 0	% = 0,00 €/m <sup>2</sup>

**Unterschiede in der Ausnutzbarkeit**

verkehrstechn. Erschließung, Parkmögl.	0	gleichwertig
Ausnutzbarkeit des Grundstückes	0	gleichwertig
Reihengrundstück, Eckgrundstück u. dergl	0	Reihengrundstück
Zuschlag/Abschlag	: 0	% = 0,00 €/m <sup>2</sup>

**Unterschiede in der Erschließung**

Zuschlag/Abschlag	: 0	% = 0,00 €/m <sup>2</sup>
-------------------	-----	---------------------------

<b>spezifischer Anfangswert des Grundstückes :</b>	<b>500,50</b>	<b>€/m<sup>2</sup></b>
--	---------------	------------------------

<b>Bodenanfangswert des Grundstückes</b>	<b>( nach Bodenarten und insgesamt )</b>		
--	--	--	--

	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>€/m<sup>2</sup></b>	<b>-€-</b>
--	----------------------	------------------------	------------

<b>Grundstücksfläche gesamt :</b>	<b>1.550</b>		
-----------------------------------	--------------	--	--

Bauland	1.550	500,50	775.775
---------	-------	--------	---------

<b>Bodenwert, gesamt</b>	<b>1.550</b>		<b>775.775</b>
--------------------------	--------------	--	----------------

Freilegungskosten :	0	€	
---------------------	---	---	--

<b>Bodenanfangswert des Grundstückes</b>	<b>775.775</b>	<b>€</b>
--	----------------	----------

**Bodenendwert****Ermittlung des sanierungsbeeinflussten Endwertes für das Grundstück**

§ 154 Absatz 2 des BauGB in Verbindung mit der ImmoWertV 2010

**Wertermittlungsstichtag :****30.03.2012****Zonenendwert :**zum Wertermittlungsstichtag : **01.01.2012****Grundbuchangaben / Angaben des Auftraggebers**

LGB-Nr.	Gemarkung	Flur	Flurst.	Nutzart	Fläche
			Nr.:	lt. Grundb.	(m <sup>2</sup> ):

**Grundstücksgröße :** **1.550** m<sup>2</sup>**Umrechnung der Wertverhältnisse auf den Bewertungsstichtag**(§ 11 der ImmoWertV) Bodenpreisindex **1,00**

Anfangs- und Endwert des Grundstückes sind auf den gleichen Wertermittlungsstichtag zu beziehen, demzufolge ist der Bodenpreisindex mit dem der Anfangswertermittlung identisch

**zonaler Bodenanfangswert** **550,00** €/m<sup>2</sup>

<b>Bodenwertveränderung nach der Zielbaummethode infolge der Zustandsverbesserungen um</b>	<b>5,000</b>	<b>%</b>
--	--------------	----------

**zonale Bodenwerterhöhung durch Zustandsverbesserung** **27,50** €/m<sup>2</sup>

<b>zonaler Bodenendwert bezogen auf den Wertermittlungsstichtag ohne Veränderung der planungsrechtlichen Festsetzungen</b>	<b>577,50</b>	<b>€/m<sup>2</sup></b>
--	---------------	------------------------

**planungsrechtlich zulässige Nutzung in der Anfangswertzone GFZ des Zonenanfangswertes** : **2,50** **planungsrechtlich zulässige GFZ für Anfangswert**

**planungsrechtlich zulässige Nutzung in der Endwertzone GFZ des Zonenendwertes** : **2,50** **planungsrechtlich zulässige GFZ für Endwert GFZ - Umrechnung**

Umrechnungskoeffizient für GFZ des Zonenanfangswertes : 1,2003

Umrechnungskoeffizient für GFZ des Zonenendwertes : 1,2003

Korrekturfaktor für GFZ : 1,0000

<b>Festgesetzter Bodenendwert der Endwertzone unter Berücksichtigung der planungsrechtlich zulässigen Nutzung</b>	<b>:</b>	<b>577,50</b>	<b>€/m<sup>2</sup></b>
---	----------	---------------	------------------------

**Anfangs- und Endwert des Grundstückes sind auf den gleichen Wertermittlungsstichtag zu beziehen, demzufolge sind die wertbeeinflussenden Merkmale mit denen der Anfangswertermittlung identisch**

Auswertung der Grund- und Bodenbeschreibung bezogen auf den o.g. Richtwert  
§ 4 der ImmoWertV

Zuschlag/Abschlag : -6 % = -34,65 €/m<sup>2</sup>

Auswirkung grundstücksbezogener Rechte und Belastungen  
§ 6 der ImmoWertV

Zuschlag/Abschlag : -3 % = -17,33 €/m<sup>2</sup>

**Berücksichtigung weiterer wertbeeinflussender Kriterien beim zu bewertenden Grundstück im Vergleich zum Richtwertgrundstück bzw. zum Richtwertgebiet**

§ 15 in Verbindung mit § 16 der ImmoWertV

**Unterschiede in der Lage**

Zuschlag/Abschlag : 0 % = 0,00 €/m<sup>2</sup>

**Unterschiede in der Ausnutzbarkeit**

Zuschlag/Abschlag : 0 % = 0,00 €/m<sup>2</sup>

**Unterschiede in der Erschließung**

Zuschlag/Abschlag : 0 % = 0,00 €/m<sup>2</sup>

**spezifischer Endwert des Grundstückes :** **525,53** €/m<sup>2</sup>

<b>Bodenendwert des Grundstückes</b>	<b>( nach Bodenarten und insgesamt )</b>		
	m <sup>2</sup>	€/m <sup>2</sup>	-€-
<b>Grundstücksfläche gesamt</b>			
Bauland	1.550	525,53	814.564
<b>Bodenwert, gesamt</b>	<b>1.550</b>		814.564

<b>vorläufiger Bodenendwert des Grundstückes</b>	<b>814.564</b>	<b>€</b>
Freilegungskosten :	0	
<b>Bodenendwert des Grundstückes unter Berücksichtigung der planungsrechtlich zulässigen Nutzung, gerundet</b>	<b>814.564</b>	<b>€</b>
<b>Bodenanfangswert des Grundstückes</b>	<b>775.775</b>	<b>€</b>
<b>Bodenwerterhöhung des Grundstückes bei ungehinderter Nutzungsmöglichkeit der planungsrechtlichen Festsetzungen:</b>	<b>38.789</b>	<b>€</b>
<b>spezifische Bodenwerterhöhung</b>	<b>25,0</b>	<b>€/m<sup>2</sup></b>
<b>Werterhöhung des Grundstückes durch Zustandsverbesserungen bei GFZ 2,5</b>	<b>38.789</b>	<b>€</b>
<b>zonale Werterhöhung des Grundstückes durch Zustandsverbesserungen</b> das ist das Produkt aus Zonenwertzuwachs mal Größe, es berücksichtigt nicht die Wirkung der Rechte und Belastungen	<b>42.625</b>	<b>€</b>
<b>Abzinsung der planungsrechtlich zulässigen Bodenwerterhöhung des Grundstückes unter Beachtung der wirtschaftlichen Restnutzungsdauer der aufstehenden Gebäude</b> (§28.3 der WertV, § 2 der ImmoWertV)		
<b>Werterhöhung des Grundstückes durch Planungsrecht</b>	<b>0</b>	<b>€</b>
wirtschaftliche Restnutzungsdauer der aufstehenden Bebauung		
Liegenschaftszins	20 Jahre	
Abzinsungsfaktor	7,0 %	
abgezinste Werterhöhung durch Planungsrecht	<b>0</b>	<b>€</b>
Werterhöhung durch Zustandsverbesserung	<b>38.789</b>	<b>€</b>
<b>Bodenwerterhöhung für das zu bewertende Grundstück zum Zeitpunkt des Endes der Sanierung</b>	<b>38.789</b>	<b>€</b>

Dr. Herbert Sattler

GRUNDSTÜCKSWERTERMITTLUNG

sanierungsbedingte Bodenwerterhöhung für das zu bewertende Grundstück zum Zeitpunkt des Endes der Sanierung	31.12.2015	38.789	€
---	------------	--------	---

## vorläufiger Ausgleichsbetrag bei vorzeitiger Ablösung

bezogen auf den Ablösestichtag	31.12.2012
Wartezeit bis zum Abschluß der Sanierung und dem Erreichen des Endwertniveaus	3,00 Jahre
<b>Abzinsungssatz</b>	7,0 %
Abzinsungsfaktor	0,8163
abgezinster Wertzuwachs bei Berechnung des Ausgleichsbetrages bezogen auf den Wertermittlungsstichtag	31.663,38 €

## Ermittlung des Ausgleichsbetrages für das zu bewertende Grundstück bei Ablösung zum Wertermittlungsstichtag

31.12.2012

Ausgleichsbetrag bei vorzeitiger Ablösung	31.663	€
spezifische Bodenwerterhöhung	20,43	€/m <sup>2</sup>

auf den Ausgleichsbetrag sind gemäß §§ 155, 146, 147 des BauGB anzurechnen:  
Bodenordnung einschließlich Erwerb von Grundstücken

0	€	
<b>Abbruchkosten / Freilegungskosten</b>	0	€
zulässigerweise für die Ziele der Sanierung		
durchgeführte Investitionen	0	€
auf den Ausgleichsbetrag geleistete		
Vorauszahlungen	0	€
Abtretung von Grundstücksflächen	0	€
Bereitstellung von Ausgleichsflächen (§1aAbs.3)	0	€
Aufwendungen für Entmietung / Umzug	0	€
Planungskosten für Städtebauliche Maßnahmen	0	€
Vermessungskosten	0	€
<b>Summe</b>	0,0	€

zu zahlender Ausgleichsbetrag für das Grundstück

31.663 T€

Dr. Herbert Sattler

GRUNDSTÜCKSWERTERMITTLUNG

**Bodenendwert****Ermittlung des sanierungsbeeinflussten Endwertes für das Grundstück**

§ 154 Absatz 2 des BauGB in Verbindung mit der ImmoWertV 2010

**Wertermittlungsstichtag :****30.03.2012****Zonenendwert :**zum Wertermittlungsstichtag : **01.01.2012****Grundbuchangaben / Angaben des Auftraggebers**

LGB-Nr.	Gemarkung	Flur	Flurst.	Nutzart	Fläche
			Nr.:	lt. Grundb.	(m <sup>2</sup> ):

**Grundstücksgröße :****1.550 m<sup>2</sup>****Umrechnung der Wertverhältnisse auf den Bewertungsstichtag**(§ 11 der ImmoWertV) **Bodenpreisindex** **1,00**

Anfangs- und Endwert des Grundstückes sind auf den gleichen

Wertermittlungsstichtag zu beziehen, demzufolge ist der Bodenpreisindex  
mit dem der Anfangswertermittlung identisch**zonaler Bodenanfangswert** **550,00** **€/m<sup>2</sup>****Bodenwertveränderung nach der Zielbaummethode infolge der****Zustandsverbesserungen um** **5,000** **%****zonale Bodenwerterhöhung durch Zustandsverbesserung** **27,50** **€/m<sup>2</sup>****zonaler Bodenendwert bezogen auf den Wertermittlungsstichtag ohne Veränderung  
der planungsrechtlichen Festsetzungen** **577,50** **€/m<sup>2</sup>****Berücksichtigung von Abweichungen in den Zustandsmerkmalen**(§§ 4 - 6 der ImmoWertV)**aus der unterschiedlichen baulichen Nutzung:**(§ 12 der ImmoWertV)**Berücksichtigung der planungsrechtlich  
zulässigen GFZ für das Grundstück nach  
GFZ - Umrechnungskoeffizienten**

planungsrechtlich zulässige Nutzung in der Anfangswertzone GFZ des Zonenanfangswertes	:	2,50	planungsrechtlich zulässige GFZ für Anfangswert
<b>planungsrechtlich zulässige Nutzung in der Endwertzone GFZ des Zonenendwertes</b>			
Zonenendwertes	:	3,00	planungsrechtlich zulässige GFZ für Endwert
<b>GFZ - Umrechnung</b>			
Umrechnungskoeffizient für GFZ des Zonenanfangswertes	:	1,2003	
Umrechnungskoeffizient für GFZ des Zonenendwertes	:	1,3756	
Korrekturfaktor für GFZ	:	1,1460	
<b>zonale Bodenwerterhöhung durch planungsrechtlich zulässige Nutzung</b>			
		84,34	€/m <sup>2</sup>
<b>Zonenendwert</b>		<b>661,84</b>	<b>€/m<sup>2</sup></b>

**Festgesetzter Bodenendwert der Endwertzone unter Berücksichtigung der planungsrechtlich zulässigen Nutzung** : **661,84** **€/m<sup>2</sup>**

**Anfangs- und Endwert des Grundstückes sind auf den gleichen Wertermittlungsstichtag zu beziehen, demzufolge sind die wertbeeinflussenden Merkmale mit denen der Anfangswertermittlung identisch**

Auswertung der Grund- und Bodenbeschreibung bezogen auf den o.g. Richtwert  
§ 4 der ImmoWertV

Zuschlag/Abschlag : -6 % = -39,71 €/m<sup>2</sup>

Auswirkung grundstücksbezogener Rechte und Belastungen  
§ 6 der ImmoWertV

Zuschlag/Abschlag : -3 % = -19,86 €/m<sup>2</sup>

**Berücksichtigung weiterer wertbeeinflussender Kriterien beim zu bewertenden Grundstück im Vergleich zum Richtwertgrundstück bzw. zum Richtwertgebiet**

§ 15 in Verbindung mit § 16 der ImmoWertV

**Unterschiede in der Lage**

Zuschlag/Abschlag : 0 % = 0,00 €/m<sup>2</sup>

**Unterschiede in der Ausnutzbarkeit**

Zuschlag/Abschlag : 0 % = 0,00 €/m<sup>2</sup>

**Unterschiede in der Erschließung**

Zuschlag/Abschlag : 0 % = 0,00 €/m<sup>2</sup>

**spezifischer Endwert des Grundstückes :** **602,3** **€/m<sup>2</sup>**

**Bodenendwert des Grundstückes**

**( nach Bodenarten und insgesamt )**

	m <sup>2</sup>	€/m <sup>2</sup>	-€-
<b>Grundstücksfläche gesamt</b>			
Bauland	1.550	602,28	933.528
<b>Bodenwert, gesamt</b>	<b>1.550</b>		<b>933.528</b>
 Vorläufiger <b>Bodenendwert des Grundstückes</b>		<b>933.528</b>	€
 Freilegungskosten :		<b>0</b>	
 <b>Bodenendwert des Grundstückes unter Berücksichtigung der planungsrechtlich zulässigen Nutzung, gerundet</b>		<b>933.528</b>	€
 <b>Bodenanfangswert des Grundstückes</b>		<b>775.775</b>	€
 <b>Bodenwerterhöhung des Grundstückes bei ungehinderter Nutzungsmöglichkeit der planungsrechtlichen Festsetzungen:</b>		<b>157.753</b>	€
 <b>spezifische Bodenwerterhöhung</b>		<b>101,8</b>	€/m <sup>2</sup>
 <b>Werterhöhung des Grundstückes durch Zustandsverbesserungen bei GFZ 3,0</b>		<b>44.454</b>	€
 <b>Abzinsung der planungsrechtlich zulässigen Bodenwerterhöhung des Grundstückes unter Beachtung der wirtschaftlichen Restnutzungsdauer der aufstehenden Gebäude (§28.3 der WertV, § 2 der ImmoWertV)</b>			
 <b>Werterhöhung des Grundstückes durch Planungsrecht</b>		<b>113.299</b>	€
 <b>wirtschaftliche Restnutzungsdauer der aufstehenden Bebauung</b>			
	20 Jahre		
Liegenschaftszins		7,0 %	
<b>Abzinsungsfaktor</b>		<b>0,25842</b>	
 <b>abgezinste Werterhöhung durch Planungsrecht</b>		<b>29.279</b>	€
<b>Werterhöhung durch Zustandsverbesserung</b>		<b>44.454</b>	€
 <b>Bodenwerterhöhung für das zu bewertende Grundstück zum Zeitpunkt des Endes der Sanierung</b>		<b>73.732</b>	€

Dr. Herbert Sattler

GRUNDSTÜCKSWERTERMITTLUNG

**Bodenendwert****Ermittlung des sanierungsbeeinflussten Endwertes für das Grundstück**

§ 154 Absatz 2 des BauGB in Verbindung mit der ImmoWertV 2010

**Wertermittlungsstichtag :****30.03.2012****Zonenendwert :**zum Wertermittlungsstichtag : **01.01.2012****Grundbuchangaben / Angaben des Auftraggebers**

LGB-Nr.	Gemarkung	Flur	Flurst.	Nutzart	Fläche
			Nr.:	lt. Grundb.	(m <sup>2</sup> ):

**Grundstücksgröße :** **1.550** m<sup>2</sup>**Umrechnung der Wertverhältnisse auf den Bewertungsstichtag**(§ 11 der ImmoWertV) **Bodenpreisindex** **1,00**

Anfangs- und Endwert des Grundstückes sind auf den gleichen Wertermittlungsstichtag zu beziehen, demzufolge ist der Bodenpreisindex mit dem der Anfangswertermittlung identisch

**zonaler Bodenanfangswert** **550,00** €/m<sup>2</sup>

<b>Bodenwertveränderung nach der Zielbaummethode infolge der Zustandsverbesserungen um</b>	<b>5,000</b>	<b>%</b>
--	--------------	----------

<b>zonale Bodenwerterhöhung durch Zustandsverbesserung</b>	<b>27,50</b>	<b>€/m<sup>2</sup></b>
--	--------------	------------------------

<b>zonaler Bodenendwert bezogen auf den Wertermittlungsstichtag ohne Veränderung der planungsrechtlichen Festsetzungen</b>	<b>577,50</b>	<b>€/m<sup>2</sup></b>
--	---------------	------------------------

**Berücksichtigung von Abweichungen in den Zustandsmerkmalen**(§§ 4 - 6 der ImmoWertV)**aus der unterschiedlichen baulichen Nutzung:**

( <u>§ 12 der ImmoWertV</u> )	<b>Berücksichtigung der planungsrechtlich zulässigen GFZ für das Grundstück nach GFZ - Umrechnungskoeffizienten</b>
-------------------------------	---

<b>planungsrechtlich zulässige Nutzung in der Anfangswertzone GFZ des Zonenanfangswertes</b>	<b>: 2,50</b>	<b>planungsrechtlich zulässige GFZ für Anfangswert</b>
--	---------------	--

<b>planungsrechtlich zulässige Nutzung in der Endwertzone GFZ des Zonenendwertes</b>	<b>: 4,00</b>	<b>tatsächlich realisierte GFZ; für Endwertberechnung herangezogen</b>
--	---------------	--

**GFZ - Umrechnung**

Umrechnungskoeffizient für GFZ des Zonenanfangswertes	:	1,2003
Umrechnungskoeffizient für GFZ des Zonenendwertes	:	1,6513
Korrekturfaktor für GFZ	:	1,3757

<b>zonale Bodenwerterhöhung durch tatsächliche Nutzung</b>	<b>216,99</b>	<b>€/m<sup>2</sup></b>
<b>Zonenendwert</b>	<b>794,49</b>	<b>€/m<sup>2</sup></b>

<b>Festgesetzter Bodenendwert der Endwertzone unter Berücksichtigung der planungsrechtlich zulässigen Nutzung</b>	<b>:</b>	<b>794,49</b>	<b>€/m<sup>2</sup></b>
---	----------	---------------	------------------------

**Anfangs- und Endwert des Grundstückes sind auf den gleichen Wertermittlungsstichtag zu beziehen, demzufolge sind die wertbeeinflussenden Merkmale mit denen der Anfangswertermittlung identisch**

Auswertung der Grund- und Bodenbeschreibung bezogen auf den o.g. Richtwert

§ 4 der ImmoWertV

Zuschlag/Abschlag	:	-6	%	=	-47,67	€/m <sup>2</sup>
-------------------	---	----	---	---	--------	------------------

Auswirkung grundstücksbezogener Rechte und Belastungen

§ 6 der ImmoWertV

Zuschlag/Abschlag	:	-3	%	=	-23,83	€/m <sup>2</sup>
-------------------	---	----	---	---	--------	------------------

**Berücksichtigung weiterer wertbeeinflussender Kriterien beim zu bewertenden Grundstück im Vergleich zum Richtwertgrundstück bzw. zum Richtwertgebiet**

§ 15 in Verbindung mit § 16 der ImmoWertV

**Unterschiede in der Lage**

Zuschlag/Abschlag	:	0	%	=	0,00	€/m <sup>2</sup>
-------------------	---	---	---	---	------	------------------

**Unterschiede in der Ausnutzbarkeit**

Zuschlag/Abschlag	:	0	%	=	0,00	€/m <sup>2</sup>
-------------------	---	---	---	---	------	------------------

**Unterschiede in der Erschließung**

Zuschlag/Abschlag	:	0	%	=	0,00	€/m <sup>2</sup>
-------------------	---	---	---	---	------	------------------

<b>spezifischer Endwert des Grundstückes :</b>	<b>723,0</b>	<b>€/m<sup>2</sup></b>
--	--------------	------------------------

Bodenendwert des Grundstückes	( nach Bodenarten und insgesamt )		
	m <sup>2</sup>	€/m <sup>2</sup>	-€-
<b>Grundstücksfläche gesamt</b>			
davon:			
Bauland	1.550	723,0	1.120.627
<b>Bodenwert, gesamt</b>	<b>1.550</b>		<b>1.120.627</b>
vorläufiger			
<b>Bodenendwert des Grundstückes</b>		<b>1.120.627</b>	<b>€</b>
Freilegungskosten :		0	
<b>Bodenendwert des Grundstückes unter Berücksichtigung der planungsrechtlich zulässigen Nutzung, gerundet</b>			
		<b>1.120.627</b>	<b>€</b>
<b>Bodenanfangswert des Grundstückes</b>		<b>775.775</b>	<b>€</b>
<b>Bodenwerterhöhung des Grundstückes bei ungehinderter Nutzungsmöglichkeit der planungsrechtlichen Festsetzungen:</b>			
		<b>344.852</b>	<b>€</b>
<b>spezifische Bodenwerterhöhung</b>		<b>222,5</b>	<b>€/m<sup>2</sup></b>
<b>Werterhöhung des Grundstückes durch Zustandsverbesserungen bei GFZ 4,0</b>			
		<b>53.363</b>	<b>€</b>
<b>Abzinsung der planungsrechtlich zulässigen Bodenwerterhöhung des Grundstückes unter Beachtung der wirtschaftlichen Restnutzungsdauer der aufstehenden Gebäude (§28.3 der WertV, § 2 der ImmoWertV)</b>			
<b>Werterhöhung des Grundstückes durch Planungsrecht</b>		<b>291.489</b>	<b>€</b>
<b>wirtschaftliche Restnutzungsdauer der aufstehenden Bebauung</b>			
	20 Jahre		
Liegenschaftszins	7,0 %		
<b>Abzinsungsfaktor</b>	<b>0,25842</b>		
<b>abgezinste Werterhöhung durch Planungsrecht</b>		<b>75.326</b>	<b>€</b>
<b>Werterhöhung durch Zustandsverbesserung</b>		<b>53.363</b>	<b>€</b>
<b>Bodenwerterhöhung für das zu bewertende Grundstück zum Zeitpunkt des Endes der Sanierung</b>			
		<b>128.689</b>	<b>€</b>

Dr. Herbert Sattler

GRUNDSTÜCKSWERTERMITTLUNG

sanierungsbedingte Bodenwerterhöhung für das zu bewertende Grundstück zum Zeitpunkt des Endes der Sanierung	31.12.2015	128.689 €
---	------------	-----------

### vorläufiger Ausgleichsbetrag bei vorzeitiger Ablösung

bezogen auf den Ablösestichtag	31.12.2012
Wartezeit bis zum Abschluß der Sanierung und dem Erreichen des Endwertniveaus	3,00 Jahre
<b>Abzinsungssatz</b>	7,0 %
Abzinsungsfaktor	0,8163
abgezinster Wertzuwachs bei Berechnung des Ausgleichsbetrages bezogen auf den Wertermittlungsstichtag	105.048,66 €

Ermittlung des Ausgleichsbetrages für das zu bewertende Grundstück bei Ablösung zum Wertermittlungsstichtag	31.12.2012
---	------------

Ausgleichsbetrag bei vorzeitiger Ablösung	105.049 €
spezifische Bodenwerterhöhung	67,77 €/m <sup>2</sup>

auf den Ausgleichsbetrag sind gemäß §§ 155, 146, 147 des BauGB anzurechnen:  
Bodenordnung einschließlich Erwerb von Grundstücken

<b>Abbruchkosten / Freilegungskosten</b>	0	€
<b>zulässigerweise für die Ziele der Sanierung</b>	0	€
<b>durchgeführte Investitionen</b>	0	€
<b>auf den Ausgleichsbetrag geleistete Vorauszahlungen</b>	0	€
<b>Abtretung von Grundstücksflächen</b>	0	€
<b>Bereitstellung von Ausgleichsflächen (§1aAbs.3)</b>	0	€
<b>Aufwendungen für Entmietung / Umzug</b>	0	€
<b>Planungskosten für Städtebauliche Maßnahmen</b>	0	€
<b>Vermessungskosten</b>	0	€
<b>Summe</b>	0,0	€

Bei Übernahme dieser Kosten durch den Investor verbleibt als

zu zahlender Ausgleichsbetrag für das Grundstück	105.049 T€
--	------------

## Ermittlung des Ertragswertes unter Ansatz ortsüblicher Mieten

**Anfangswert**  
**Mietwohnhaus**

<b>Wertermittlungsstichtag</b>		<b>30.03.2012</b>		
Objekt Nr.	:			
Baujahr	:	1917		
Rekonstruktion	:	2005		
techn. Lebensdauer	:	80	Jahre	
wirtschaftliche Restnutzungsdauer	:	40	Jahre	

		<b>Fläche</b> (m <sup>2</sup> )	<b>Nettokaltmiete</b> (€/m <sup>2</sup> je Monat)	<b>(€/a)</b>
<b>Gesamtnutzfläche</b>	:			
Anzahl der Wohnungen		48		
Wohnfläche je WE		60		
Wohnfläche gesamt	:	2.880	8,00	276.480
	:			
<b>Rohertrag</b>	:	<b>276.480</b>	<b>€/a</b>	

**Bewirtschaftungskosten gem. II. BV §§ 26 bis 29**

<b>Verwaltungskosten (§26 II.BV)</b> :	<b>Einheiten</b>	<b>€/E</b>	<b>€/a</b>
Wohnungen 264 €/a bis 315 €/a und Einheit	48	264	12.672,00
Garagen 30 €/a je Einheit	0	30	0,00
Gewerbe 1 - 3% des anteiligen Rohertrages	0,0%		0,00
<b>Instandhaltkosten (§28 II.BV)</b> :			
(€/a je m <sup>2</sup> Wohnfläche)	8,13	2.880	23.414,40
<b>Mietausfallwagnis (§29 II.BV)</b> :	2,0%		5.529,60

(2% des Rohertrages bei Miet- und gemischt genutzten Grundstücken)

4% des Rohertrages bei Geschäftsgrundstücken)

**Bewirtschaftungskosten gesamt**

in € pro Jahr :	41.616	( €/a)
in % :	15,05	%

<b>Reinertrag (€/a)</b>	:	<b>234.864</b>	( €/a)
<b>Reinertragsanteil</b>		<b>84,95</b>	%
<b>spezifischer Bodenangangswert</b>		<b>500,50</b>	€/m <sup>2</sup>
<b>Grundstücksfläche</b>		<b>1.550</b>	m <sup>2</sup>

für die Berechnung der Bodenwertverzinsung

anzusetzender Bodenwert (Baulandanteil 775.775 €

**Anfangswert**  
**Mietwohnhaus**

Für die Berechnung des Bodenwertverzinsungsbetrages anzusetzender Anteil des Bodens

100 %

Liegenschaftszins : 7,00 %

Bodenwertverzinsungsbetrag : 54.304 €/a

Gebäudereinertrag : 180.560 €/a

Vervielfältiger : 13,3317 -

**Grundstücksertrag Anfangswertzustand**  
: 2.407.170 €

Wertminderung wegen  
Instandhaltungsrückstau, Schäden und Mängel, wirtschaftl. Wertminderung,  
insgesamt 0 €

**Ertragswert des Grundstückes, gerundet :** 2.407.170 €

**sanierungsunbeeinflusster Bodenwert** 775.775 €

**Ertragswert des Grundstückes zum Anfangswertzustand, gerundet :**  
3.182.945 €

Dr. Herbert Sattler

GRUNDSTÜCKSWERTERMITTlung

## Ermittlung des Ertragswertes unter Ansatz ortsüblicher Mieten

## Endwert

Mietwohnhaus

## Wertermittlungsstichtag

30.03.2012

Objekt Nr.	:	
Baujahr	:	1917
Rekonstruktion	:	2005
techn. Lebensdauer	:	80 Jahre
wirtschaftliche Restnutzungsdauer	:	40 Jahre

	Fläche (m <sup>2</sup> )	Nettokaltmiete €/m <sup>2</sup> je Monat	(€/a)
<b>Gesamtnutzfläche</b>	:		
Anzahl der Wohnungen	48		
Wohnfläche je WE	60		
Wohnfläche gesamt	2.880	8,00	276.480
...			
<b>Rohertrag</b>	:	<b>276.480</b>	<b>€/a</b>

## Bewirtschaftungskosten gem. II. BV §§ 26 bis 29

Verwaltungskosten (§26 II.BV)	Einheiten	€/E	€/a
Wohnungen 264 €/a bis 315 €/a und Einheit	48	264	12.672,00
<b>Instandhaltkosten (§28 II.BV)</b>			
(€/a je m <sup>2</sup> Wohnfläche)	8,13	2.880	23.414,40
<b>Mitausfallwagnis (§29 II.BV)</b>	2,0%		5.529,60

(2% des Rohertrages bei Miet- und gemischt genutzten Grundstücken

4% des Rohertrages bei Geschäftsgrundstücken)

## Bewirtschaftungskosten gesamt

in € pro Jahr :	41.616	( €/a)
in % :	15,05	%
<b>Reinertrag (€/a)</b>	<b>234.864</b>	<b>( €/a)</b>
<b>Reinertragsanteil</b>	<b>84,95</b>	<b>%</b>
<b>spezifischer Bodenendwert</b>	<b>722,99</b>	<b>€/m<sup>2</sup></b>
<b>Grundstücksfläche</b>	<b>1.550</b>	<b>m<sup>2</sup></b>

für die Berechnung der Bodenwertverzinsung

anzusetzender Bodenwert (Bauland) 1.120.627 €

Für die Berechnung des Bodenwertverzinsungsbetrages anzusetzender Anteil des Bodens

100 %

**Endwert**  
Mietwohnhaus

Liegenschaftszins : 7,00 %  
 Bodenwertverzinsungsbetrag : 78.444 €/a  
 Gebäudereinertrag : 156.420 €/a  
 Vervielfältiger : 13,3317 -  
**Gebäudeertragswert Endwertzustand**  
 : **2.085.347 €**

Wertminderung wegen  
**Instandhaltungsrückstau, Schäden und Mängel, wirtschaftl. Wertminderung,**  
 insgesamt **0 €**

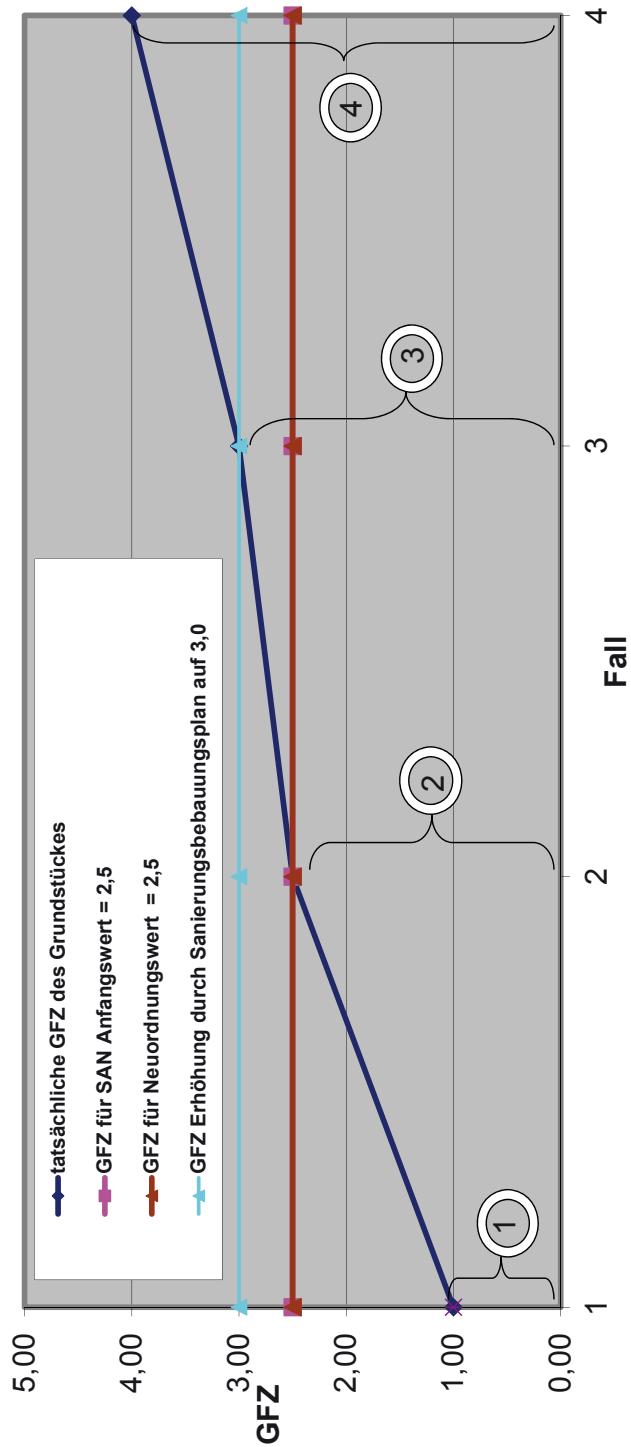
**Ertragswert des Gebäudes zum Endwertzustand,**  
 gerundet : **2.085.347 €**

**Ertragswert des Grundstückes zum Endwertzustand,**  
 gerundet : **3.205.974 €**

**Verkehrswertdifferenz infolge der Bodenwerterhöhung**  
**23.029 €**

**Bodenwerterhöhung des Grundstückes bei ungehinderter Nutzungsmöglichkeit der planungsrechtlichen Festsetzungen:** **344.852 €**

## Planungsrecht und sanierungsbedingte Bodenwert erhöhung in Abhängigkeit von der GFZ



1

Berechnung der Höhe des Ausgleichsbetrages auf der Grundlage der Zustandsverbesserung in % und dem sanierungsunbeeinflussten Anfangswert, auch bei gegenüber der planungsrechtlich zulässigen Nutzung unterausgenutzten Grundstücken. Die Erhöhung der planungsrechtlichen zulässigen Nutzung infolge eines Sanierungsbebauungsplanes ist gemäß § 28.3 der WertV oder § 2 der ImmowertV über den Zeitraum bis zur zumutbaren Realisierung (Wartezeit) abzuzinsen.

2

Berechnung der Höhe des Ausgleichsbetrages auf der Grundlage der Zustandsverbesserung in % und dem sanierungsunbeeinflussten Anfangswert.  
Die Erhöhung der planungsrechtlichen zulässigen Nutzung infolge eines Sanierungsbebauungsplanes ist gemäß § 28.3 der WertV oder § 2 der ImmowertV über den Zeitraum bis zur zumutbaren Realisierung (Wartezeit) abzuzinsen.

3

Berechnung der Höhe des Ausgleichsbetrages auf der Grundlage der Zustandsverbesserung in % und dem sanierungsunbeeinflussten Anfangswert zuzüglich der Erhöhung der planungsrechtlich zulässigen Nutzung infolge eines Sanierungsbebauungsplanes oder auf der Grundlage der gebietstypischen, auch in Zonen aufgegliederten Entscheidungspraxis der Gemeinde.

4

Berechnung der Höhe des Ausgleichsbetrages auf der Grundlage der Zustandsverbesserung in % und dem sanierungsunbeeinflussten Anfangswert zuzüglich der Erhöhung der planungsrechtlich zulässigen Nutzung infolge eines Sanierungsbebauungsplanes.  
Erfolgt die Berechnung der Höhe des Ausgleichsbetrages infolge Fehlens eindeutiger planungsrechtlicher Festsetzungen für den Neuordnungszustand mit der tatsächlich auf dem Grundstück bereits historisch realisierten GFZ, handelt es sich nicht um eine Sanierungsbedingte Bodenwerterhöhung (GFZ Anfangswertzustand = GFZ Endwertzustand; nicht abschöpfbar). Dieses Verfahren ist nach BauGB und nach höchstrichterlicher Rechtsprechung unzulässig. Gleichbehandlungsprinzip nach Art. 3 GG nicht gewährleistet.

**Beispiele**  
unter Berücksichtigung der Wirkung von Rechten und Belastungen, Zustands- und Lagemarkmalen nach ImmoWertV

**In Übereinstimmung mit dem BauGB und der Rechtsprechung:**  
**Fall 1 und 2 San - Anfangswert 550€/m<sup>2</sup> für die lagetypische GFZ = 2,5** Berlin, GFZ - Umrechnungskoeffizienten 2004, Wohnbauland, geschlossene Bauweise

<b>planungsrechtlich zulässige GFZ = 2,5</b>			
Anfangswert des Grundstückes	500,50 €/m <sup>2</sup>	bei GFZ = 2,5	1,2003
Zustandsverbesserung	5 %		
Endwert des Grundstückes	525,53 €/m <sup>2</sup>		
<b>Bodenwerterhöhung insgesamt</b>	<b>25,0 €/m<sup>2</sup></b>	<b>bei GFZ = 2,5</b>	
<b>Bodenwerterhöhung insgesamt</b>	<b>5,0 %</b>		

**Fall 3 San - Anfangswert 550€/m<sup>2</sup> für die lagetypische GFZ = 2,5 nach Richtwertkarte des Gutachterausschusses**

<b>San - Anfangswert 550€/m<sup>2</sup> für die lagetypische GFZ = 2,5 nach Richtwertkarte des Gutachterausschusses</b>			
Anfangswert des Grundstückes	500,50 €/m <sup>2</sup>	bei GFZ = 2,5	1,2003
Zustandsverbesserung	5 %		
zonaler Bodenendwert bezogen auf den Wertermittlungsstichtag ohne planungsrechtliche Veränderung	525,53 €/m <sup>2</sup>		

**Beispiel : planungsrechtlich zulässige GFZ = 3,0**

planungsrechtliche Bodenwerterhöhung infolge GFZ Korrektur	
gerundet	
15 %	
<b>bei GFZ = 3,0</b>	
Bodenwert des Grundstückes als Summe von Zustandsverbesserung und planungsrechtlicher Bodenwerterhöhung	
unter Berücksichtigung von Rechten und Belastungen	
602,28 €/m <sup>2</sup>	
<b>Bodenwerterhöhung insgesamt</b>	<b>101,8 €/m<sup>2</sup></b>
<b>Bodenwerterhöhung insgesamt</b>	<b>20 %</b>

**Nicht in Übereinstimmung mit dem BauGB und der Rechtsprechung:**

**Fall 4 Bemessung der Höhe des Ausgleichsbetrages an Hand der auf dem Grundstück tatsächlich realisierten GFZ**  
**San-Anfangswert 550€/m<sup>2</sup> für die lagetypische GFZ = 2,5**

**keine verbindliche planungsrechtliche Festsetzung für das Gebiet oder Teile des Gebietes (Zone)**

Anfangswert des Grundstückes	500,50 €/m <sup>2</sup>	bei GFZ = 2,5
Zustandsverbesserung	5 %	
Endwert des Grundstückes	525,53 €/m <sup>2</sup>	<b>bei GFZ = 2,5</b>
<b>Bodenwerterhöhung insgesamt</b>		
	<b>25 €/m<sup>2</sup></b>	

**Beispiel: tatsächlich auf dem Grundstück realisierte GFZ in Höhe von 4,0**  
**Bodenwerterhöhung infolge GFZ Korrektur gemäß der realisierten Nutzung**  
**gerundet**

**38 %**  
**bei GFZ = 4,0**

Bodenwert des Grundstückes als Summe von Zustandsverbesserung und planungsrechtlicher Bodenwerterhöhung unter Berücksichtigung von Rechten und Belastungen

723,0 €/m<sup>2</sup>

**1,3757 Umrechnungsfaktor**

<b>Bodenwerterhöhung insgesamt</b>	<b>222,5 €/m<sup>2</sup></b>
<b>Bodenwerterhöhung insgesamt</b>	<b>44 %</b>

**Das ist keine sanierungsbedingte Bodenwerterhöhung und damit nicht abschöpfbar !!!**

# Auswirkungen energetischer Maßnahmen auf den Verkehrswert von Immobilien

Martin Töllner

## Kurzfassung

Energiewende, EnEV 2012, nachhaltige Gebäude – das Thema Energie ist so populär wie schon lange nicht mehr. Während ein Teil der Marktteilnehmer noch über den „Dämmwahn“ diskutiert, stellen sich für den anderen bereits neue Fragen: Was bedeutet der Begriff Nachhaltigkeit rund 40 Jahre nachdem er bei uns erstmals populär wurde? Dass unsere Gebäude energieeffizienter werden müssen, scheint überwiegend Konsens zu sein. Die Frage richtet sich dem *Wie?* zu. Und der Frage, wer (außer der Umwelt) den Nutzen davon hat: Mieter oder Vermieter?

Auch in der Immobilienbewertung gewinnt das Thema „energetische Modernisierung“ zunehmend an Bedeutung. Seit dem Ende der Bankenkrise wird in Fachkreisen immer mehr darüber diskutiert, wie sich die Maßnahmen auf den Marktwert auswirken. Und welches die Kriterien sind, an denen die Energieeffizienz in der Wertermittlung festgemacht werden kann.

Dieser Beitrag soll den Stand der aktuellen Diskussion darstellen und Lösungsansätze aufzeigen.

## 1 Ausgangssituation

Am 19. Mai 2010 wurde die EU-Richtlinie zur Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden novelliert. Diese schreibt vor, dass ab 2020 nur noch Niedrigstenergiegebäude gebaut werden dürfen, für öffentliche Gebäude gilt dies bereits ab 2018.

Weitere Ziele sind ein verstärkter Einsatz von erneuerbaren Energien und größere Anstrengungen im Gebäudebestand: Modernisierungen müssen eine energetische Verbesserung mit sich bringen. Des Weiteren sollen die Regelungen zum Energieausweis geändert werden. Statt der einfachen Vorlage des Energieausweises wird die Aushändigung an den Interessenten Pflicht und Makler müssen z. B. schon in den Annoncen den Energiekennwert nennen. Allerdings bedürfen diese Regelungen noch der Umsetzung in nationales Recht, was in Deutschland mit Hilfe der EnEV 2012 geschehen soll. Die Richtlinie schreibt die Umsetzung in nationales Recht bis Juli 2012 vor.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> siehe auch: Melita Tuschinski: EnEV 2012: Was kommt? Schritt für Schritt zur Novelle der Energieeinsparverordnung, Stand 12. März 2012.

Im Rahmen der Energiewende hat die Bundesregierung verlauten lassen, dass sie das Ziel der EU-Richtlinie schon früher erreichen will bzw. auf dem Weg dorthin schrittweise die Anforderungen steigern will. Allerdings wurde der Ende 2011 erwartete Referentenentwurf bislang noch nicht veröffentlicht, so dass mit einer fristgerechten Umsetzung nun nicht mehr zu rechnen ist.<sup>2</sup> Die Erfahrungen mit der EnEV 2007 zeigen zudem, dass die verantwortlichen Politiker das Thema EnEV in Wahlkampfzeiten meiden – keine guten Aussichten für Klarheit auf diesem Gebiet ...

Unabhängig von der politischen Diskussion diskutiert die Fachwelt die Frage, wie weit energetische Sanierungsmaßnahmen wirtschaftlich sind und ob sie sich für den Hauseigentümer überhaupt lohnen. Tatsächlich zeichnen die verschiedenen Studien zu diesem Thema ein recht unterschiedliches, oftmals diffuses und teilweise widersprüchliches Bild. Bei näherer Betrachtung der Studien liegt die Vermutung nahe, dass dieses verwirrende Bild nicht nur in der Komplexität der Materie, sondern vor allem in der unterschiedlichen Zielsetzung der jeweiligen Studie und den teilweise völlig gegensätzlichen Ausgangsvoraussetzungen begründet liegt.

Ein zentraler Punkt bei allen Betrachtungen ist, dass die Amortisation energetischer Maßnahmen nur am konkreten Objekt festgemacht werden kann. Eine Pauschalierung ist wenig hilfreich und geht an der Realität der Baupraxis vorbei. Jedes Gebäude erfordert andere Maßnahmen in unterschiedlichem Umfang. Außerdem sind Ausgangssituation und Zielsetzung bei jedem Gebäude andere. Während der Anlass meistens sowieso anstehende Instandhaltungs- oder Instandsetzungsmaßnahmen sind, ist die Zielvorstellung oft sehr unterschiedlich. Diese reicht von „am Markt halten“ über „zukunftsfähig machen“ bis zur Erfüllung ökologischer Ansprüche, die weit über das Maß der Wirtschaftlichkeit hinausgehen.

Neben der Amortisation der Maßnahmen stellt sich für den Immobilienbesitzer die Frage nach der Wertentwicklung. Dabei wird in der Regel unterstellt, dass energetische Maßnahmen automatisch mit einer Wertsteigerung einhergehen, während ohne diese Maßnahmen der Wert konstant bliebe.

## 2 Effekt eingesparter Energiekosten

Im Mittelpunkt der Frage nach der Auswirkung energetischer Sanierungsmaßnahmen auf den Verkehrswert steht, welche Veränderungen, die durch eine energetische Sanierung hervorgerufen werden, sich auf die wertrelevanten Parameter auswirken. Unmittelbar damit verbunden ist die Frage, welcher der Parameter nach ImmoWertV geeignet ist, diese abzubilden.

An zentraler Stelle stehen hier die marktüblich erzielbaren Erträge und der Liegenschaftszins. Wie bei anderen Modernisierungsmaßnahmen muss überlegt werden, ob durch die Maßnahmen die Ertragsfähigkeit tatsächlich gesteigert werden kann oder es lediglich zu einer erforderlichen Anpassung an die Anforderungen des Marktes kommt.

---

2 Stand April 2012.

Ertragssteigerungen können nur dann unterstellt werden, wenn es tatsächlich zu einer erheblichen Verbesserung der Qualität des Objektes gekommen ist oder sich das Objekt nach der Sanierung von seinen Konkurrenten abhebt. Bei Objekten, die sich am unteren Rand des Marktgeschehens bewegen, muss gewährleistet sein, dass das Objekt nach der energetischen Sanierung im mittleren bis oberen Bereich des Marktgeschehens liegt.

Um einen Effekt auf den Marktwert haben zu können, muss bereits vor der Sanierung ein Mietsteigerungspotential vorhanden sein, welches mittels der energetischen Sanierung gehoben werden kann. Dieses drückt sich maßgeblich in der Differenz zwischen der im Objekt gezahlten Nettokaltmiete und der maximal erzielbaren marktüblichen Miete aus.

Das Heben dieses Potentials kann über die eingesparten Energiekosten erfolgen oder über die Umlage der Modernisierungskosten nach § 559 BGB. Ersteres bedingt neben einem tatsächlich vorhandenen Kosteneinsparungspotential auch den Willen beider Seiten zu einer vertraglichen Einigung zu kommen, z.B. im Rahmen einer Modernisierungsvereinbarung.

Unterstellt man, dass sich die eingesparten Energiekosten vollständig auf die Nettokaltmiete umlegen lassen, so schlagen sie voll auf den Verkehrswert durch. Birger Ehrenberg legt dieses Modell, nachdem sich der Markt vorrangig an den Bruttomieten orientiert, seiner Betrachtung zugrunde und spricht von einem Paradigmenwechsel in der Wertermittlung.<sup>3</sup>

Je stärker der Anstieg der Energiekosten ausfällt, desto mehr wird deren Anteil relevant. Da jedoch die Nettokaltmiete in erster Linie von der Lage und der Ausstattungsqualität eines Objektes bestimmt wird, ist der Einfluss der eingesparten Energiekosten gering, da die Einsparung auf max. 100 % der gesamten Energiekosten begrenzt ist. In der Regel ist bei einem Durchschnittswohngebäude von 1,20 €/m<sup>2</sup> und bei einem Neubau von unter 50 ct/m<sup>2</sup> auszugehen. Je nach Objekt und Lage ergibt sich im Mittel ein Anteil von 10 % (50 ct/m<sup>2</sup> von 5,00 €/m<sup>2</sup>) bis unter 5% (50 ct/m<sup>2</sup> von 10,00 €/m<sup>2</sup>) bei gleicher Objektqualität.

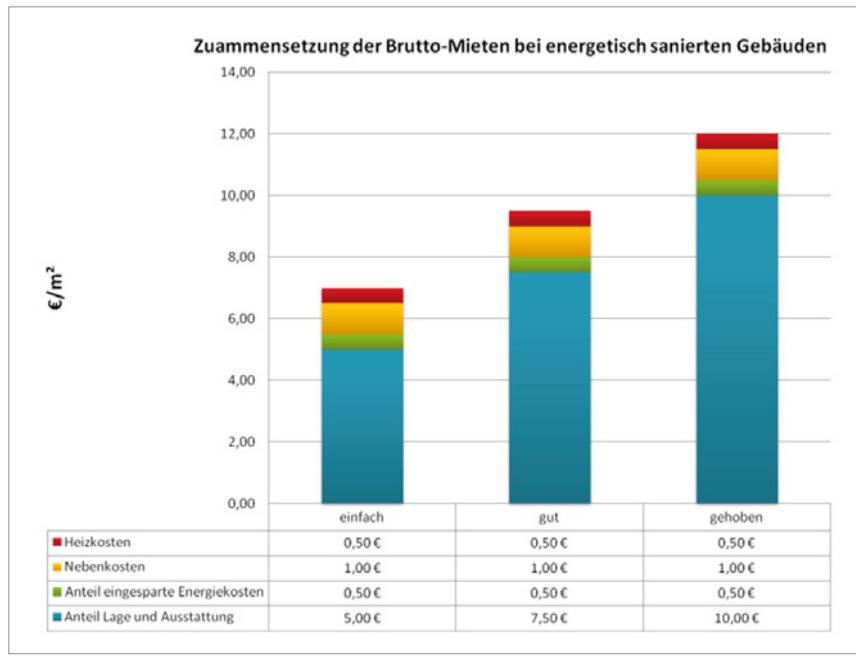
Der Heizkostenspiegel des Deutschen Mieterbunds weist im Durchschnitt 2,31 €/m<sup>2</sup> an Nebenkosten aus. Je nach Gebäude können diese bis zu 3,01 €/m<sup>2</sup> betragen. Davon entfallen 1,09 €/m<sup>2</sup> auf Heizung und Warmwasser.<sup>4</sup>

Ein entsprechendes Bild zeichnet der Office Service Charge Analysis Report OSCAR von Jones Lang Lasalle<sup>5</sup>. Laut JLL überholten die Heizungskosten 2010 zum ersten Mal die öffentlichen Abgaben als höchsten Kostenfaktor der so genannten ‚zweiten Miete‘. Auch im OSCAR 2011 bilden die Heizkosten den größten Nebenkostenanteil.

3 Birger Ehrenberg, Norbert Müller zur Hörst: Auswirkungen von Energieeinsparmaßnahmen auf den Grundstückswert, in: Kreditwirtschaftliche Wertermittlungen, Seite 641 ff.; Luchterhand 2009

4 siehe Betriebskostenspiegel 2011 des Deutschen Mieterbunds.

5 Presseinformation zum neuen OSCAR 2011 von Jones Lang LaSalle.



Demnach schlagen bei klimatisierten Gebäuden die Stromkosten mit rund 38 ct/m<sup>2</sup> und die Heizkosten mit rund 57 ct/m<sup>2</sup> zu Buche, was hinsichtlich der Heizkosten einem Anstieg gegenüber dem Vorjahr von rund 3 ct/m<sup>2</sup> bedeutet. Bei nichtklimatisierten Gebäuden verschieben sich erwartungsgemäß die Kosten von den Strom- zu den Heizkosten: hier fallen 28 ct/m<sup>2</sup> für Strom und 53 ct/m<sup>2</sup> für Heizung an. Laut JLL machen die Nebenkosten somit je nach Standort zwischen 15 % in Frankfurt und 20 % in Berlin aus.

Grundsätzlich gilt jedoch, dass die Einsparungspotentiale begrenzt sind, da die energiebezogenen Kosteneinsparungen die absoluten Kosten naturgemäß nicht übersteigen können.

### 3 Modernisierung und Mietsteigerungspotential

Wenn es, wie zuvor beschrieben, tatsächlich ein objektbezogenes Einsparungspotential bei den Energiekosten gibt, ist als nächstes zu untersuchen, ob es am Markt auch ein entsprechendes Mietsteigerungspotential gibt.

Die Deutsche Energieagentur dena hat Ende 2010 eine Studie zur Wirtschaftlichkeit energetischer Modernisierung im Mietwohnungsbestand herausgegeben.<sup>6</sup> Der Energieverbrauch der in die dena-Sanierungsstudie einbezogenen Gebäude lag durchschnittlich bei jährlich 225 Kilowattstunden pro Quadratmeter Wohnfläche. 225 kWh/(m<sup>2</sup>·a) für Heizung und Warmwasser entsprechen gemäß Berechnung nach §19 (2) EnEV bezogen auf die Nutzfläche AN 187,5 kWh/(m<sup>2</sup>AN·a).

Die Betrachtung nach Baujahresklassen lässt unterschiedliche Sanierungspotentiale erkennen, z. B. weisen Gebäude der Gründerzeit mit guter Bausubstanz und Ausstattung je nach Modernisierungsjahr ein hohes Potential auf. Dem gegenüber ist die Qualität der Bausubstanz der Nachkriegszeit bis in die 1970er Jahre fraglich – neben einer Vollsanierung kommen ggf. nur Abriss und Neubau in Frage. Zu dem gleichen Schluss kommt die von der Bauwirtschaft beauftragte Studie „Bestandsersatz als Variante der energetischen Sanierung.“<sup>7</sup> Bei teilsanierten Gebäuden und Gebäuden nach WSchVO sind Einzelmaßnahmen in der Regel am wirtschaftlichsten. Dabei kann davon ausgegangen werden, dass die für hochwertige energetische Standards erforderlichen Komponenten inzwischen praxistauglich und im Breitenmarkt verfügbar sind.<sup>8</sup>

Allerdings lässt sich die Wirtschaftlichkeit einer Maßnahme nur am Objekt festmachen und kann nicht verallgemeinert werden. Zu unterschiedlich sind die Umgebungsparameter. Auch greift hier die banale Erkenntnis, dass die erste Maßnahme die effektivste und wirtschaftlichste ist. Folglich kommt die dena-Sanierungsstudie zu dem Schluss, dass eine Sanierung bis Effizienzhaus 70 Standard wirtschaftlich ist, während der Effizienzhaus 55 Standard an der Schwelle zur Wirtschaftlichkeit steht. Eine umfassende Sanierung lohnt sich jedoch nur, wenn die Umgebungsparameter stimmen.<sup>9</sup> Um auch wirtschaftlich effektiv zu sein, muss das Mietsteigerungspotential der notwendigen Refinanzierung der Maßnahmen entsprechen.

Mit der Novellierung der EU-Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden ist klar, dass ab 2020 das Nullenergiehaus den Standard darstellen wird.<sup>10</sup> Das heißt im Umkehrschluss, dass spätestens dann alle Gebäude, die nach jetzt gültigen Vorschriften gebaut werden, im Standard deutlich veraltet sein werden. Dies absehen zu können, ist im historischen Kontext neu.

Der Darmstädter Mietspiegel weist als einer der wenigen qualifizierten Mietspiegel einen Zuschlag bei besserer energetischer Qualität aus.<sup>11</sup> Bezogen auf den im Energieausweis ausgewiesenen Primärenergiekennwert werden drei Gruppen unterschieden: Gebäude mit einem Kennwert schlechter als 275 kWh/(m<sup>2</sup>AN·a) erhalten keinen Zuschlag auf den Basiswert. Gebäude mit einem Primärenergiekennwert zwi-

6 dena-Sanierungsstudie: Wirtschaftlichkeit energetischer Modernisierung im Mietwohnungsbestand, Dezember 2010.

7 Prof. Anton Maas: Studie „Bestandsersatz als Variante der energetischen Sanierung“ Kurzfassung, Februar 2010.

8 dena-Sanierungsstudie: Wirtschaftlichkeit energetischer Modernisierung im Mietwohnungsbestand, Dezember 2010.

9 dena-Sanierungsstudie: Wirtschaftlichkeit energetischer Modernisierung im Mietwohnungsbestand, Dezember 2010.

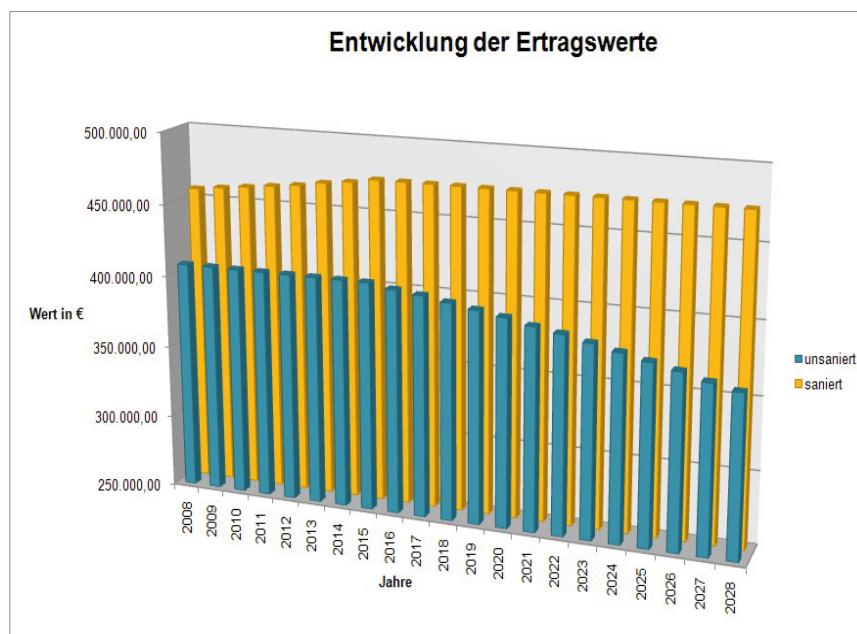
10 EU-Richtlinie (2010/C 123 E/04) zur Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden, Mai 2010.

11 Amt für Wohnungswesen der Stadt Darmstadt: Mietspiegel Darmstadt 2010 – Qualifizierter Mietspiegel im Sinne des § 558 d BGB.

schen 275 kWh/(m<sup>2</sup>AN·a) und 175 kWh/(m<sup>2</sup>AN·a) erhalten demgegenüber einen Zuschlag in Höhe von 38 ct/m<sup>2</sup>. Bei Gebäuden mit einem Energiekennwert besser als 175 kWh/(m<sup>2</sup>AN·a) beträgt der Zuschlag 50 ct/m<sup>2</sup>. Begründet wird der Zuschlag mit der jeweils besseren wärmetechnischen Beschaffenheit und den damit in der Regel geringeren Heizkosten. Es fällt jedoch auch auf, dass fast alle anderen Gebäudemerkmale höhere Zu- oder Abschläge erforderlich machen, sich also stärker auf die Nettokaltmiete auswirken.

Geht man davon aus, dass die Bruttomiete eine am Markt akzeptierte Größe ist, eröffnen Maßnahmen, die zu einer Senkung der Nebenkosten führen – wie z. B. die Steigerung der Energieeffizienz – Spielraum für eine Anpassung der Nettomiete.<sup>12</sup> Im umgekehrten Fall üben steigende Energiekosten Druck auf die Nettomiete aus, da sich Steigerungen der Bruttomiete nur bedingt durchsetzen lassen bzw. vom Markt nicht akzeptiert werden. Je nach dem Grad der Durchdringung eines lokalen Marktes mit energetisch sanierten Gebäuden bzw. Neubauten geben die energieeffizienten bzw. die ineffizienten Gebäude die Obergrenze der Bruttomiete vor. Sind es anfangs die Bestandsgebäude, welche die Obergrenze vorgeben, so sind es ab einem bestimmten Grad der Marktdurchdringung die energieeffizienten, modernisierten Gebäude und der Neubaubestand.

Berücksichtigt man zur Veranschaulichung ausschließlich das Kriterium der Bruttomiete unter dem Einfluss der eingesparten Energiekosten, so ergibt sich folgendes Bild:



12 Birger Ehrenberg, Norbert Müller zur Hörst: Auswirkungen von Energieeinsparmaßnahmen auf den Grundstückswert, in: Kreditwirtschaftliche Wertermittlungen, Seite 641 ff.; Luchterhand 2009.

Die Graphik veranschaulicht vor allem, dass sich die Werte energetisch sanierter und unsaniertener Gebäude auseinanderentwickeln. Dabei laufen sanierte Gebäude und neue Gebäude in den Markt, während unsanierte Gebäude – schneller als bislang – drohen, aus dem Markt zu laufen. Die tatsächlich erzielbaren Mieten sollten also neben dem Abgleich mit den üblichen Marktberichten auch darauf hin untersucht werden, wie weit sie die Nachhaltigkeitskriterien des Gebäudes widerspiegeln.

Auch Helmut Scherr geht in der GuG 1/2011 davon aus, dass nach einer Gebäude-modernisierung die kapitalisierte Heizkostenersparnis als Mehrwert berechnet werden kann.<sup>13</sup>

Diese theoretisch hergeleitete Wirkung konnte in der Stichprobenuntersuchung En-erWert in den Jahren 2008 bis 2010 bestätigt werden. Die Ergebnisse der Untersuchung zeigen eine konkrete Abhängigkeit des Immobilienwertes von der Energieeffizienz. Konkret konnten für Mehrfamilienhäuser Wertsteigerungen zwischen 0,70 €/m<sup>2</sup> und 1,00 €/m<sup>2</sup> je eingesparter kWh/(m<sup>2</sup>·a) und für Einfamilienhäuser 1,10 €/m<sup>2</sup> bis 1,30 €/m<sup>2</sup> je eingesparter kWh/(m<sup>2</sup>·a) ermittelt werden.<sup>14</sup> Diese Werte weisen eine hohe Korrelation mit dem Baujahr auf. Dieser Zusammenhang verwundert nicht, da neuere Gebäude in der Regel auch einen besseren energetischen Standard aufweisen.

Neben den eingesparten Energiekosten und dem damit verbundenen Mietsteigerungspotential sind es die Rendite-Erwartungen des Marktes, die preisbildend wirken. Neue konventionelle Gebäude und Green Buildings geben das Marktniveau vor, werden sich aber nur bis zum Ausschöpfen des Energiekosteneinsparpotentials von den „konventionellen Bestandsgebäuden“ ertragsmäßig abheben. Der Zusammenhang zwischen sanierten und unsanierten Gebäuden lässt wie folgt ganz einfach auf den Punkt bringen: Neue Objekte geben den Markt vor, alte Objekte laufen schneller als bislang aus dem Markt.

Dieser Effekt wird neben der Lage auch von konjunkturellen Schwankungen überlagert. Diese Schwankungen machen mitunter weit mehr als die Höhe der eingesparten Energiekosten aus. Vermutlich würde bei einem energetisch sanierten Gebäude schlimmeres verhindert.

Alle Fonds wollen Green Buildings, sie sind des Anlegers Liebling. Ob sie im Wieder-verkauf tatsächlich höhere Preise erzielen als vergleichbare Neubauten, ist noch nicht erwiesen. Studien aus den USA legen dies nahe, allerdings ist hier der qualitative Abstand zwischen einem Green Building und einem „konventionellen“ Neubau deutlich größer.<sup>15</sup>

---

13 Helmut Scherr: Energetische Eigenschaften nach ImmoWertV – Berücksichtigung der Energieeffizienz in Gutachten, Auswirkung auf den Verkehrswert, GuG 1/2011.

14 Tim Wameling: Abschlussbericht Forschungsprojekt EnerWert – Immobilienwert und Energiebedarf – Einfluss energetischer Beschaffenheiten auf Verkehrswerte von Immobilien; März 2010.

15 Das Hamburger Marktforschungsinstitut Fondsmedia hat diese Studien in einem Marktbericht zusammengefasst: [http://www.fondsmedia.com/html/Asset\\_Research/Marktstudien/Marktstudie\\_Green\\_Building\\_2010.php](http://www.fondsmedia.com/html/Asset_Research/Marktstudien/Marktstudie_Green_Building_2010.php).

## 4 Erwartungen des Marktes

Die Reaktion des Marktes hängt eng mit der entsprechenden Erwartungshaltung zusammen. Diese Erwartungshaltung wird hinsichtlich der Energieeffizienz tlw. kontrovers diskutiert.

Eine Studie von Roland Berger hat die Erwartungen des Marktes an nachhaltige Gebäude untersucht.<sup>16</sup> Demnach werden die Erwartungen eher an ökonomische Aspekte geknüpft: 67 % erwarten von diesen Gebäuden eine höhere Werthaltigkeit bzw. Wertsteigerung, 58 % eine Senkung der Energiekosten und 55 % eine Senkung der Betriebskosten. Um die 50 % liegen die Erwartungen hinsichtlich eines Imagegewinns – ebenso hoch wie die Erwartungen, mit Green Buildings tatsächlich einen Beitrag zum Umweltschutz leisten zu können. Soziokulturelle Aspekte wie die Arbeitsatmosphäre und der Komfortgewinn (11 %) bleiben ebenso wie die Steigerung der Mitarbeiterproduktivität (6 %) weit dahinter zurück.

Bei der Frage nach den wichtigsten Aktivitäten zur Nachhaltigkeitssteigerung von Immobilien wurden erwartungsgemäß der Einbau einer effizienten TGA (53 %) und einer besseren Wärmedämmung (42 %) deutlich öfter genannt, als zum Beispiel eine Minimierung der Lebenszykluskosten (26 %).

Die dena sieht in ihrer Untersuchung über die Wirtschaftlichkeit von energetischen Modernisierungsmaßnahmen insbesondere bei Bestandsbauten hohe Einsparpotenziale.<sup>17</sup> Demnach können Gebäude, die mit marktgängigen Techniken energetisch modernisiert werden, ihren Energiebedarf um bis zu 85 Prozent senken und weit besser als ein Standard-Neubau sein. Trotzdem gebe es noch Vorbehalte gegenüber energieeffizientem Bauen und Sanieren. Dies sei auf die hohe Komplexität der Bauvorhaben, auf mangelndes Vertrauen in ein hochwertiges Ergebnis, die notwendigen Investitionskosten sowie auf die Intransparenz des Marktes zurückzuführen.

Die dena kommt zu dem Schluss, dass es bei den Projekt- und Marktteilnehmern eine große Unsicherheit in Bezug auf die Bestimmung der Vollkosten und der energiebedingten Mehrkosten einer energetischen Modernisierung gibt.

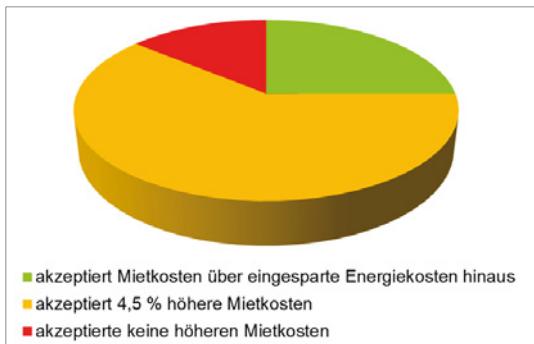
## 5 Honorierung durch den Markt?

Um zu einer tatsächlichen Wertsteigerung durch energetische Maßnahmen zu kommen oder zumindest den Wert nachhaltig zu festigen, muss es zu einer Honorierung der energetischen Maßnahmen durch die Marktteilnehmer kommen.

Laut der Marktuntersuchung von Roland Berger sind über 70 % der Bauherren und Investoren bereit, für die Nutzung nachhaltiger Immobilien höhere Investitionskosten in Kauf zu nehmen.

16 Roland Berger: Studie „Nachhaltigkeit im Immobilienmanagement“, April 2010.

17 dena-Sanierungsstudie: Wirtschaftlichkeit energetischer Modernisierung im Mietwohnungsbestand, Dezember 2010.



86 % der befragten Mieter sind bereit, für Nachhaltigkeitsaspekte bis zu 4,5 % höhere Mieten zu zahlen.<sup>18</sup> Ob diese Bereitschaft auch auf den Einzelaspekt Energieeffizienz übertragen werden kann, bleibt vorerst offen.

Hinsichtlich der Werthaltigkeit liegt das Problem weniger in der Frage, ob das zu bewertende Gebäude ein energieeffizienter Neubau oder ein Green Building ist – diese liegen vergleichsweise dicht beieinander. Das Problem stellt der Bestand dar, insbesondere, wenn er nicht weiterentwickelt wurde. Wohngebäude aus der Nachkriegszeit werden immer häufiger abgerissen, da eine umfassende Modernisierung wirtschaftlich nicht sinnvoll ist, die Sanierungskosten nicht selten die Neubaukosten übersteigen. Auch ist zu beobachten, dass zunehmend Bürogebäude der 1970er Jahre abgerissen werden, obwohl diese nach gängiger Lehre noch eine Restnutzungsdauer von 20 bis 30 Jahren hätten.

Die Ursachen hierfür liegen neben der mangelhaften Energieeffizienz häufig auch in der fehlenden Flexibilität der Gebäude. Die wirtschaftliche Restnutzungsdauer bekommt im Zusammenhang mit der Energieeffizienz eine neue Bedeutung und muss in den Rechenmodellen neu justiert werden.

Es ist in der Praxis eher eine Abstrafung bei nicht erfolgter energetischer Modernisierung als eine Honorierung energetischer Maßnahmen durch den Markt festzustellen. Dabei ist die energetische Sanierung auch immer im Zusammenhang mit komplementären Maßnahmen (Sanierung der Bäder, Elft-Anlagen etc.) zu sehen, wie dies z. B. im Darmstädter Mietspiegel deutlich wird.<sup>19</sup>

Derzeit fehlen noch die verlässlichen Marktdaten, erste Stichproben-Untersuchungen weisen jedoch in eine eindeutige Richtung. Bei einer Stichprobenuntersuchung im Rahmen des vom BBR geförderten Forschungsprojektes EnerWert der Architektenkammer Niedersachsen zusammen mit den Gutachterausschüssen Sulingen und Hannover konnten Zusammenhänge zwischen dem Energieverbrauch eines Gebäudes und seinem Verkehrswert nachgewiesen werden.<sup>20</sup>

18 Roland Berger: Studie „Nachhaltigkeit im Immobilienmanagement“, April 2010.

19 Amt für Wohnungswesen der Stadt Darmstadt: Mietspiegel Darmstadt 2010 – Qualifizierter Mietspiegel im Sinne des § 558 d BGB.

20 siehe Tim Wameling und Gerd Ruzyczka-Schwob: Einfluss der Energieeffizienz auf den Verkehrswert von Immobilien; VKV Nachrichten 2 und 4 / 2007.

Streit besteht in der Fachwelt und unter den Marktteilnehmern darüber, welche Kosten bei der Ermittlung der Wirtschaftlichkeit einer Maßnahme anzusetzen sind. Auf der einen Seite stehen die Vollkosten der Gesamtmaßnahme, die neben den durch die energetische Sanierung bedingten Mehrkosten auch die nachgeholten Reparaturkosten und die durch die Maßnahme erfüllte laufende Instandhaltung umfassen.

Dem gegenüber stehen die reinen Modernisierungskosten nach § 559 BGB. Dies sind die aufgewendeten Kosten für bauliche Maßnahmen, die den Gebrauchswert der Mietsache nachhaltig erhöhen, die allgemeinen Wohnverhältnisse auf Dauer verbessern oder nachhaltig Einsparungen von Energie oder Wasser bewirken. Bei der Ermittlung der Modernisierungskosten nach § 559 BGB dürfen die sogenannten Sozioskosten, also Kosten, die bei Reparatur und Instandhaltung sowieso anfallen, gerade nicht berücksichtigt werden.

Laut dena-Studie liegen die energiebedingten Mehrkosten bei einer Sanierung zwischen 30 % und 55 % der Vollkosten. Damit sind etwa die Hälfte bis zwei Drittel der Vollkosten einer Sanierung Instandhaltungs- oder Instandsetzungskosten.

Das wichtigste Argument gegen die Berücksichtigung der Vollkosten bei der Ermittlung des energetisch bedingten Mehrwerts besteht darin, dass sich diese Maßnahmen aus den Mindestanforderungen des Marktes mit dem Ziel, die langfristige Vermietbarkeit zu sichern, ergeben. Die Vollkosten können also nicht ursächlich im Zusammenhang mit der Energieeinsparung diskutiert werden, sondern müssen vor dem Hintergrund der strategischen Entwicklung des Gebäudebestandes und unter Beachtung der Anforderungen des Marktes (insbesondere Zuschnitt und Ausstattung sowie demografische Entwicklungen) beurteilt werden.

Demgegenüber steht das Argument, dass die Gesamtkosten aus Modernisierung und Instandsetzung sowie ihre Umlagefähigkeit am Markt eine wichtige Größe für die Entscheidungsfindung eines Investors darstellen.

Die dena kommt in ihrer Studie zu folgendem Schluss: Die energetische Sanierung von Mehrfamilienhäusern rechnet sich – sowohl für Vermieter als auch für Mieter. Bis zu dem energetischen Standard Effizienzhaus 70 können sanierungsbedürftige Mehrfamilienhäuser warmmietenneutral saniert werden.

Das heißt: Der Vermieter kann die Investitionskosten rentabel auf die Kaltmiete umlegen. Der Mieter profitiert gleichzeitig von geringeren Heizkosten, so dass die Warmmiete – also das, was der Mieter letztendlich zahlt – nicht steigt. Voraussetzung hierfür sind die Kopplung der energetischen Maßnahmen mit sowieso anstehenden Modernisierungs- und Instandhaltungsarbeiten sowie eine gute Planung, Ausführung und strategische Bewertung des Gebäudes.<sup>21</sup>

Im zweiten Teil ihrer Studie, welche die Wirtschaftlichkeit von energetischen Maßnahmen bei eigengenutzten Wohnimmobilien untersucht, kommt die dena zu dem Ergebnis, dass die energetische Sanierung von selbst genutzten Einfamilienhäusern sich bei Gebäuden rechnet, die ohnehin instand gesetzt werden müssen.

---

21 dena-Sanierungsstudie: Wirtschaftlichkeit energetischer Modernisierung im Mietwohnungsbestand, Dezember 2010.

Das bedeutet, dass die Kosten der Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz über die eingesparten Energiekosten finanziert werden können. Voraussetzung ist, dass die energetischen Maßnahmen mit sowieso anstehenden Modernisierungs- und Instandhaltungsarbeiten gekoppelt werden.<sup>22</sup>

Für den Sachverständigen wird es zukünftig nicht ausreichen, lediglich die Kosten- vor- oder nachteile zu berücksichtigen. Er muss im Einzelfall untersuchen, ob der jeweilige Markt bereit ist, die durch die energetische Sanierung entstehenden Vorteile zu honорieren bzw. Nachteile, die durch eine unterlassene Sanierung entstehen, abzustrafen.<sup>23</sup>

Das Mietsteigerungs- bzw. Wertschöpfungspotential der energetischen Sanierung hängt vorrangig vom lokalen Markt ab. D. h., dass die gleiche Maßnahme in Neustadt zu einer Mietsteigerung genutzt werden kann, während sie in Altstadt „nur“ dazu dient, das Objekt am Markt zu halten.

Des Weiteren spielen die übrigen Objekteigenschaften eine entscheidende Rolle: weist die Ausstattung einen entsprechend modernen, der Lage angemessenen Standard auf, wird das Mietsteigerungspotential eher zu heben sein, als wenn hier noch Defizite vorhanden sind. Lage, Energieeffizienz und Ausstattungsstandard können also nicht getrennt voneinander betrachtet werden.

## 6 Berücksichtigung bei der Immobilienbewertung

In der Wertermittlung kommt es darauf an, die wertrelevanten Aspekte der Energieeffizienz im Gutachten plausibel darzustellen und da, wo keine belastbaren Marktdaten vorliegen, auf die zugrundliegenden Zusammenhänge hinzuweisen.

Die Problematik besteht darin, dass die einzelnen aus dem Marktgeschehen abgeleiteten und in die Wertermittlung einfließenden Parameter hinsichtlich der Energieeffizienz nicht differenziert genug ausgewiesen werden. Bei Renditeimmobilien, deren Verkehrswert aus dem Ertragswert abgeleitet wird, zählen zu den wertbildenden Parametern insbesondere die Miete, die Fläche, der Liegenschaftszinssatz, die Restnutzungsdauer und die Bewirtschaftungskosten. Für diese Parameter werden in den einschlägigen Veröffentlichungen (Grundstücksmarktberichte der Gutachterausschüsse, Marktberichte anderer Marktteilnehmer, kommerzielle Datenbanken, etc.) in der Regel marktübliche Durchschnittswerte veröffentlicht: der Liegenschaftszinssatz für Bürogebäude in Neustadt beträgt im Mittel 5,0 % (Standardabweichung +/- 0,5 %) oder die Miete für Bürogebäude in Neustadt liegt bei 15 €/m<sup>2</sup>. Eine weitere Differenzierung, beispielsweise nach der Grundrissflexibilität, der vorhandenen Infrastruktur oder dem Energieverbrauch, wie es beispielsweise im Rahmen des DGNB Gütesiegels vorgesehen ist, erfolgt in der Regel nicht.

---

22 dena-Sanierungsstudie: Wirtschaftlichkeit energetischer Modernisierung in selbstgenutzten Wohngebäuden, März 2012.

23 Ivonne Brylczak: Wenn zur Lage noch die Energieeffizienz kommt – Der energetische Gebäudezustand und seine Auswirkungen auf die Immobilienbewertung; VBD-Info 3/2010.

In seiner Diplomarbeit an der TU Dortmund untersucht Dean McNamara, an welchen Stellen der Immobilienbewertung die Nachhaltigkeitskriterien der DGNB Berücksichtigung finden können und wie weit sie wertrelevant sind.<sup>24</sup> Kriterien, wie z. B. Lageaspekte sind zwar hochgradig wertbeeinflussend, können jedoch ebenso von einem konventionellen Gebäude erfüllt werden. Gebäudeeigenschaften, welche z. B. die Betriebskosten positiv beeinflussen, wie z. B. eine effiziente Heizungsanlage, die den Anforderungen der DGNB genügt, wirken sich hingegen wertsteigernd auf den Marktwert aus.

In seiner Schlussfolgerung stellt McNamara fest, dass bis auf den Bodenwert nahezu alle Parameter der Wertermittlung nach ImmoWertV geeignet sind, die jeweiligen Nachhaltigkeitskriterien nach DGNB angemessen zu berücksichtigen. Eine besondere Rolle spielen dabei der Liegenschaftszins und die marktübliche Miete. Es bleibt dem Sachverständigen vorbehalten, den Einfluss der Kriterien im Einzelnen zu untersuchen und zu gewichten.

Notwendig ist eine genaue Auseinandersetzung mit den detaillierten Zertifizierungsergebnissen der einzelnen Kriterien, um belastbare und objektspezifische Aussagen auch stichhaltig begründen zu können. Diesem Gedanken folgend, erscheint ein genereller Nachhaltigkeitszuschlag im Sinne der Berücksichtigung als sonstiger wertbeeinflussender Umstand nicht angebracht und es kann auch kein pauschaler Rückschluss von der Gesamtzertifizierung auf den objektspezifischen Ertragswert gezogen werden.

Nicht so umfassend wie McNamara, aber dafür in für die Praxis aufbereiteter Form gehen Birger Ehrenberg und Norbert Müller zur Hörst in der aktuellen Ausgabe von Pohnerts „Kreditwirtschaftliche Wertermittlungen“ auf die Berücksichtigung von Energieeinsparmaßnahmen auf den Grundstückswert ein.<sup>25</sup> Darin weisen sie auf den Zusammenhang zwischen den durch die Energiekosten wesentlich beeinflussten Betriebskosten und den Ertragswert von Immobilien hin. Analog zu McNamara stellen Ehrenberg und Müller zur Hörst den Einfluss der energetischen Sanierung auf die einzelnen Bewertungsparameter dar. Eine zentrale Rolle spielt dabei die Betrachtung der Bruttomiete als am Markt akzeptierte Größe und der Liegenschaftszins als Parameter für die Zukunftserwartung des Marktes an eine Immobilie.

Einen ähnlichen Weg schlägt auch die HypZert in der Studie zur „Energieeffizienz der Gebäude“ ein. Hier wird letztendlich die Wertsteigerung als Ermittlung des Barwertes der eingesparten Energiekosten beschreiben.<sup>26</sup>

Während die Energieeffizienz über die eingesparten Energiekosten ihren Niederschlag vor allem in der Nettomiete findet, lassen sich Erwartungen des Marktes gut im Liegenschaftszins abbilden. Noch ist es schwer, konkret die Einflüsse der Energieeffizienz auf den Liegenschaftszins zu ermitteln.

24 Dean McNamara: Immobilienbewertung von Green Office Buildings, Übertragbarkeit und Wertrelevanz nachhaltiger Immobilieeigenschaften nach DGNB für die Ertragswertermittlung nach ImmoWertV; Diplomarbeit an der TU Dortmund, September 2009.

25 Birger Ehrenberg, Norbert Müller zur Hörst: Auswirkungen von Energieeinsparmaßnahmen auf den Grundstückswert, in: Kreditwirtschaftliche Wertermittlungen, Seite 641 ff.; Luchterhand 2009.

26 Fachgruppe Energie und Umwelt des HypZert e. V.: Energieeffizienz der Gebäude – ein Hauptaspekt der Nachhaltigkeit, November 2010, S. 65.

Dazu müssten als energieeffizient ausgewiesene Gebäude verkauft und diese Verkaufsfälle ausgewertet werden. Der Gutachterausschuss Hannover hat den Energiekennwert neu als Erfassungskriterium für Verkaufsfälle mit aufgenommen. Bis hier belastbare Aussagen vorliegen, wird es noch eine längere Zeit dauern.

Berücksichtigt man jedoch den Liegenschaftszins als die zentrale Stellschraube, um Erwartungen an eine Immobilie auszudrücken, wird schnell deutlich, dass der Liegenschaftszins in der Diskussion um die Energieeffizienz einer ganz besonderen Aufmerksamkeit bedarf. Hier ist es die Aufgabe des Sachverständigen, die Erwartungshaltungen der Marktteilnehmer richtig (sachverständlich) einzuschätzen und entsprechend zu berücksichtigen. Eine Voraussetzung dafür ist jedoch, sich mit den Themen Energieeffizienz und Nachhaltigkeit von Immobilien auseinanderzusetzen und den Markt dahingehend sorgfältig zu beobachten.

Bei Gebäuden mit langen Restnutzungsdauern ist die absolute Größe fast zu vernachlässigen und der Einfluss einer Abweichung auf den Verkehrswert eher gering. Dem gegenüber spielt hier der Liegenschaftszins eine bedeutende Rolle. Bei kurzen Restnutzungsdauern kehrt sich das Bild um, hier gewinnt die absolute Höhe der Restnutzungsdauer deutlich an Bedeutung.<sup>27</sup>

Ob energieeffizientere Gebäude tatsächlich geringere Betriebskosten verursachen, ist noch nicht erwiesen. Den theoretischen Einsparungen durch neue Technik und bessere Qualität stehen Mehraufwendungen für Betrieb und Wartung einer aufwendigeren Technik gegenüber.

## Fazit

Die dena kommt in ihrer Sanierungsstudie zu dem Schluss, dass die erforderlichen Mieterhöhungen zur Refinanzierung der Kosten aus den energiesparenden Maßnahmen bei Mehrfamilienhäusern im Mietwohnungsbestand häufig niedriger ausfallen als die Energiekosteneinsparung auf Mieterseite. Damit ist eine warmmietenneutrale Mieterhöhung kostendeckend für den Vermieter und auch den Mietern gut vermittelbar.<sup>28</sup>

Während die Energiestandards gemäß EnEV 2009 und die Effizienzhaus-Standards bis zum Effizienzhaus 70 sich schon heute als wirtschaftlich darstellen, steht laut dena der Effizienzhaus-55-Standard noch an der Schwelle zur Wirtschaftlichkeit. Aus Sicht des Investors kann jedoch gerade dieser hohe Effizienzhaus-Standard vorteilhaft sein, wenn in die Betrachtung die finanzielle Förderung aus Bundes- oder Landesmitteln einbezogen wird und sich damit die Refinanzierungslücke verkleinert.

Steht eine umfassende Modernisierung der Gebäudehülle und Anlagentechnik aufgrund eines erheblichen Instandsetzungsrückstaus ohnehin an, so erweisen sich aus Sicht der dena gerade die hohen Effizienzstandards aus ökologischen und ökonomischen Gründen als nachhaltig.

27 Martin Töllner / Tobias Gillich: Nachhaltigkeit in der Immobilienbewertung; Der Immobilienbewerter 4-2010.

28 dena-Sanierungsstudie: Wirtschaftlichkeit energetischer Modernisierung im Mietwohnungsbestand, Dezember 2010.

Es erscheint wahrscheinlicher, dass infolge der hochwertigen energetischen Modernisierung im Vergleich zu einer Modernisierung nach EnEV tatsächlich dauerhaft höhere Mieträge erwirtschaftet und Leerstände reduziert werden können. Die Investitionen in diesen hochwertigen Standard erscheinen damit weniger risikoreich.

Hinsichtlich der eigengenutzten Immobilien ist die dena in ihrer zweiten Studie noch optimistischer: mit einer grundlegenden Modernisierung des Objektes verbundene energetische Sanierungen rechnen sich demnach schon jetzt.<sup>29</sup>

Energetische Sanierungen schaffen positive Wirkungen für Immobilien. Darauf weist Prof. Dr. Heinz Rehkugler in seinem Vortrag am CRES DIA hin: Durch energetische Sanierungen entsteht ein Mietsteigerungspotential, die wirtschaftliche Nutzungsdauer wird verlängert und Leerstandsrisiken können verringert werden.<sup>30</sup>

Helmut Scherr sieht den Mehrwert eines energetisch optimierten Gebäudes vor allem in seiner Zukunftsfähigkeit.<sup>31</sup> Energetisch sanierte Gebäude stellen quasi einen Vorriff auf zukünftige Baustandards dar. Es macht gerade auch unter Aspekten der Werthaltigkeit keinen Sinn, hinter den absehbaren Baustandards zurückzubleiben und noch weniger Sinn, hinter dem derzeit geltenden Standard zurückzubleiben. Allerdings bedeutet dies im Umkehrschluss nicht, dass die Realisierung aller möglichen Maßnahmen immer wirtschaftlich sinnvoll ist.

Dem gegenüber steht die Problematik, dass energetische Maßnahmen nicht immer betriebswirtschaftlich effizient sind. Ob, wie die Stichprobenuntersuchung EnerWert nahelegt, dadurch generell höhere Gebäudewerte geschaffen werden oder „nur“ ein Halten am Markt erreicht werden kann, hängt vorrangig von der lokalen Marktsituation ab.

Gerade auch die Erfahrung mit der Finanzkrise zeigt, dass die Überlagerung mit konjunkturellen Effekten (z. B. der Einbruch der Gewerberäummieter in Folge der Finanzkrise) die positiven Effekte der energetischen Sanierung zunichtemachen kann.

Da die Amortisation energetischer Modernisierungsmaßnahmen und damit deren Wirtschaftlichkeit in erster Linie von den Mietsteigerungspotential abhängen, kommt auch hier wieder die Lage – wenn auch mittelbar – zum Tragen.

Verschiedene Studien legen die Vermutung nahe, dass der wirtschaftliche Nutzen durch eine Kombination mit anderen Maßnahmen gesteigert oder zumindest gefestigt werden kann.

Dies können einfache komplementäre Modernisierungsmaßnahmen sein, wie die Erneuerung der Sanitäranlagen oder der Haustechnik oder die darüber hinausgehende „soziale Veredelung“, welche eine Veränderung der Gesamtsituation eines Gebäudes bedeutet.

---

29 dena-Sanierungsstudie: Wirtschaftlichkeit energetischer Modernisierung in selbstgenutzten Wohngebäuden, März 2012.

30 Prof. Dr. Heinz Rehkugler: Der Faktor „Green“ in der Immobilienbewertung; Vortrag am CRES DIA, November 2010.

31 Helmut Scherr: Energetische Eigenschaften nach ImmoWertV – Berücksichtigung der Energieeffizienz in Gutachten, Auswirkung auf den Verkehrswert, GuG 1/2011.

Hier kommen vor allem Nachhaltigkeitskriterien ins Spiel, welche die Ausgewogenheit zwischen ökologischen, ökonomischen und sozialen Aspekten zum Ziel haben.

Werden die Sanierungen dazu genutzt, eine Verbindung zwischen den Anforderungen an die Energieeffizienz und städtebaulichen und demografischen Entwicklungen zu knüpfen, kann laut dena ein zukunfts-fähiger und nachhaltiger Gebäudebestand aufgebaut werden. Es lohnt sich also, über die Energieeffizienz hinaus die Nachhaltigkeit im Blick zu behalten.

## Quellen/Literatur

Melita Tuschinski: EnEV 2012: Was kommt? Schritt für Schritt zur Novelle der Energieeinsparverordnung, Stand 12. März 2012, [www.EnEV-online.de](http://www.EnEV-online.de).

Birger Ehrenberg, Norbert Müller zur Hörst: Auswirkungen von Energieeinsparmaßnahmen auf den Grundstückswert, in: Kreditwirtschaftliche Wertermittlungen, Seite 641 ff.; Luchterhand 2009.

Prof. Anton Maas: Studie „Bestandsersatz als Variante der energetischen Sanierung“ Kurzfassung, Februar 2010.

Ivonne Brylczak: Wenn zur Lage noch die Energieeffizienz kommt – Der energetische Gebäudezustand und seine Auswirkungen auf die Immobilienbewertung; VBD-Info 3/2010.

Tim Wameling; Abschlussbericht Forschungsprojekt EnerWert – Immobilienwert und Energiebedarf – Einfluss energetischer Beschaffenheiten auf Verkehrswerte von Immobilien; März 2010.

Roland Berger Studie „Nachhaltigkeit im Immobilienmanagement“, April 2010.

Martin Töllner / Tobias Gilich: Nachhaltigkeit in der Immobilienbewertung; Der Immobilienbewerter 4-2010.

Deutsche Bank Research: Nachhaltige Gebäude – Von der Nische zum Standard, Aktuelle Themen 483, Mai 2010.

EU-Richtlinie (2010/C 123 E/04) zur Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden, Mai 2010.

Prof. Dr. Heinz Rehkugler: Der Faktor „Green“ in der Immobilienbewertung; Vortrag am CRES DIA, November 2010.

Fachgruppe Energie und Umwelt des HypZert e. V.: Energieeffizienz der Gebäude – ein Hauptaspekt der Nachhaltigkeit, November 2010.

dena: dena-Sanierungsstudie: Teil 1: Wirtschaftlichkeit energetischer Modernisierung im Mietwohnungsbestand. Begleitforschung zum dena-Projekt „Niedrigenergiehaus im Bestand“, Dezember 2010.

dena: dena-Sanierungsstudie: Teil 2: Wirtschaftlichkeit energetischer Modernisierung in selbstgenutzten Wohngebäuden. Begleitforschung zum dena-Projekt „Niedrigenergiehaus im Bestand“, März 2012.

Institut Wohnen und Umwelt (IWU) und Bremer Energie Institut (BEI): Datenbasis Gebäudebestand – Datenerhebung zur energetischen Qualität und zu den Modernisierungstrends im deutschen Wohngebäudebestand; Dezember 2010.

Amt für Wohnungswesen der Stadt Darmstadt: Mietspiegel Darmstadt 2010 – Qualifizierter Mietspiegel im Sinne des § 558 d BGB.

Helmut Scherr: Energetische Eigenschaften nach ImmoWertV – Berücksichtigung der Energieeffizienz in Gutachten, Auswirkung auf den Verkehrswert, GuG 1/2011.



**Töllner, Martin**  
Dr.-Ing. Architekt DWB

Studium der Architektur an der Universität Hannover und der Ecole d'Architecture de Lyon.

Wissenschaftliche Mitarbeit an den Universitäten Cottbus und Duisburg-Essen.

Deutsch-Französische Promotion an der BTU Cottbus und dem INSA de Lyon.

Berufserfahrung im Ausland (Projektentwicklung, Promotion, Immobilienbewertung mit Schwerpunkt Frankreich sowie Europa).

seit 2003: als Sachverständiger für Immobilienbewertung, u.a. im Büro Simon & Reinhold, Partner, Hannover (Bewertung internationaler Fonds-Immobilien) und im eigenen Büro Töllner Immobilienbewertung, Hannover.

Lehr- und Referententätigkeit: Autor und Herausgeber zahlreicher Veröffentlichungen; Lehr- und Referententätigkeit im Bereich der Immobilienbewertung.

Mitgliedschaften: Bundesverband der Immobilien-Investment-Sachverständigen (BIIS); Gutachterausschuss für Grundstückswerte Hannover; Architektenkammer Niedersachsen; Verband für Stadt-, Regional- und Landschaftsplanung (SRL); Deutscher Werkbund (DWB)

---



## **Exkurs**

### **Immobilienbewirtschaftung**



# **Bewirtschaftungskosten von Wohnungsbeständen – eine empirische Analyse der Kosten von Bestandsmaßnahmen**

Antje Hegewald, Hans-Joachim Bargstädter, Ronald Schäfer

## **Kurzfassung**

In diesem Beitrag werden die Ergebnisse einer empirischen Analyse von Bestandsmaßnahmen und ihrer Kosten vorgestellt. Die Bestandsmaßnahmen beeinflussen den Verkehrswert der Wohnimmobilien. Sie haben werterhaltenden oder wertsteigernden Charakter. Die Kosten der Bestandsmaßnahmen gehören zu den Bewirtschaftungskosten von Wohnungsbeständen.

Die Studie basiert auf der Untersuchung der Kosten von circa 3000 Bestandsmaßnahmen. Die Maßnahmen wurden im Zeitraum 2003 bis 2007 an einem typischen Wohnungsbestand eines privatwirtschaftlichen Wohnungsunternehmens ausgeführt.

Mithilfe der deskriptiven Methoden der Statistik werden die Kosten der werterhalrenden und wertsteigernden Bestandsmaßnahmen in € pro m<sup>2</sup> Wohnfläche (WoFl) und Jahr in Abhängigkeit vom Baualter der Wohngebäude ermittelt. Unter Beachtung der Pflichten der technischen Bewirtschaftung wird ein Investitionsminimum in €/m<sup>2</sup> WoFl und Jahr vorgeschlagen. Abschließend werden Hinweise zur rationalen Auswahl zukünftiger Bestandsmaßnahmen gegeben.

## **1 Einleitung**

Das Bauen im Bestand ist ein wichtiges, aber noch unterschätztes Geschäftsfeld der Wohnungswirtschaft. Die Mitgliedsunternehmen des Bundesverbandes deutscher Wohnungs- und Immobilienunternehmen e. V. (GdW) investierten im Jahr 2007 77 % der gesamten Investitionsleistungen in die Bestandsmaßnahmen (GdW 2008, S. 154). Die Tendenz ist steigend.

Bestandsmaßnahmen sind die Baumaßnahmen, die der Erhaltung oder Veränderung der Wohnobjekte (Wohngebäude und Außenanlagen) dienen (KALUSCHE 2007-1, S. 128–129). Mit den jeweiligen Bestandsmaßnahmen wird der Verkehrswert der Wohnimmobilien beeinflusst (Abb. 1).

Werterhaltende Bestandsmaßnahmen sind die Maßnahmen, die einer ordnungsgemäßen Instandhaltung dienen. Damit werden eine übliche Alterswertminderung und normale Restnutzungsdauer der Wohnobjekte sowie nachhaltige Einnahmen und eine zuverlässige Nutzung gesichert. Zu den werterhaltenden Bestandsmaßnahmen gehören Inspektionen, Wartungen, Instandsetzungen und Verbesserungen mit geringem Umfang (Austausch einzelner Bauteile) (HEGEWALD 2012, S. 160–161; nach MÖSCHWITZER 2008, S. 80–87).

Wertsteigernde Bestandsmaßnahmen sind die Maßnahmen, die über eine ordnungsgemäße Instandhaltung hinausgehen. Sie ermöglichen eine Verlängerung der Restnutzungsdauer, die Realisierung höherer Einnahmen, aber auch die Senkung von Betriebskosten. Zu den wertsteigernden Bestandsmaßnahmen gehören Verbesserungen größerer Umfangs, Modernisierungen, Erweiterungen und Umbauten. (HEGEWALD 2012, S. 160–161; nach MÖSCHWITZER 2008, S. 80–87).

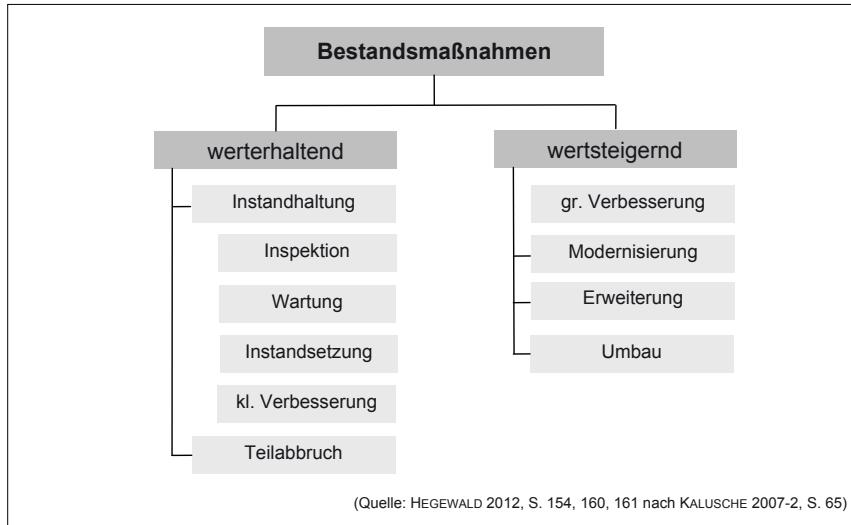


Abb. 1: Werterhaltende und wertsteigernde Bestandsmaßnahmen

Bisher gibt es keine empirischen Untersuchungen, die die Kosten der werterhaltenden und wertsteigernden Bestandsmaßnahmen in Abhängigkeit vom Baualter der Wohngebäude darstellen. Im Rahmen dieses Beitrages werden diese Bewirtschaftungskosten analysiert. Zudem wird der Frage nachgegangen, welches Investitionsminimum eingehalten werden muss, damit die Wohnobjekte in einem guten Zustand erhalten werden können.

Die wesentlichen Ergebnisse dieses Beitrages hat die Autorin Antje Hegewald im Rahmen ihrer Dissertation an der Bauhaus-Universität Weimar erarbeitet und in HEGEWALD 2012 veröffentlicht.

## 2 Methodik der empirischen Analyse

### Untersuchungsgegenstand – Maßnahmen, Wohnungsbestand, Unternehmen

In der hier vorgestellten Studie wurden annähernd 3000 Bestandsmaßnahmen mit einem Volumen von 25,8 Mio. € am Beispiel einer Stichprobe aus dem Bereich des erwerbswirtschaftlichen Wohnungsbaus mit seinem typischen Wohnungsbestand empirisch untersucht. Die überprüften Maßnahmen wurden im Zeitraum 2003–2007 ausgeführt.

Für jede Bestandsmaßnahme wurde in Anlehnung an die DIN 276 der Kostenanteil der Bauleistungen erfasst (DIN 276:2008).

Der untersuchte Wohnungsbestand umfasste 2146 Wohnungen mit einer Wohnfläche (WoFl) von 152.755 m<sup>2</sup> in 251 Gebäuden. Die Wohnungen befinden sich vorwiegend in Mehrfamilienhäusern im Raum Frankfurt am Main. Der Vergleich mit der Gesamtmenge der Wohneinheiten der GdW-Mitgliedsunternehmen zeigt, dass beim untersuchten Portfolio die Baujahre 1960 bis 1970 überrepräsentiert sind (Abb. 2). Im Übrigen weist es die typische Altersverteilung der Wohneinheiten in den Alten Bundesländern auf. (HEGEWALD 2012, S. 28–35).

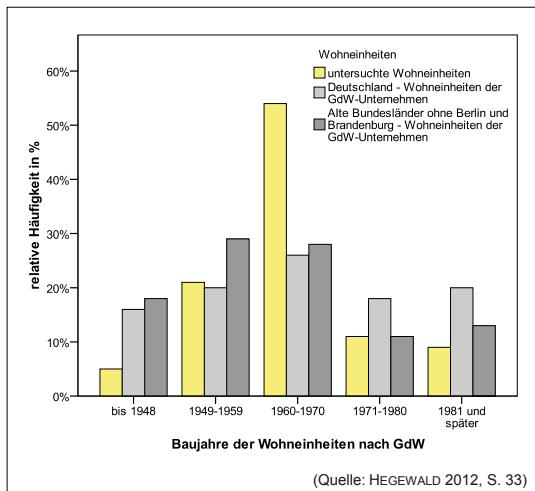


Abb. 2: Vergleich der Wohneinheiten nach Baujahr

Das untersuchte Wohnungsunternehmen gehört zu den typischen Vertretern in den alten Bundesländern, welche sich durch die Diversifikation der Geschäftsfelder an geänderte Marktbedingungen angepasst haben. Das Wohnungsunternehmen wendet heute bei der Bewirtschaftung seines Wohnungsbestandes die folgenden Konzepte an:

- Miete:
  - Wohnungsunternehmen ist Eigentümer der Objekte und vermietet Wohnungen an Dritte;

- Privatisierung:
  - Wohnungsunternehmen gründet in den Mietobjekten Wohnungseigentum und verkauft die einzelnen Wohnungen an Eigennutzer oder Kapitalanleger;
- Wohnungseigentum:
  - Wohnungsunternehmen ist im Anschluss an die Privatisierung verantwortlich für die Bewirtschaftung der Wohnungseigentumsobjekte.

Detaillierte Beschreibungen der drei Konzepte mit Zielen, Eigentumsverhältnissen und Anwendungsbereichen sind in HEGEWALD 2012, S. 146–152, 159 nachzulesen.

### Berechnung der Kosten der Bestandsmaßnahmen

Mithilfe der deskriptiven Methoden der Statistik wurden aus den erfassten Kosten der Bestandsmaßnahmen Ist-Werte als Jahresdurchschnitt in €/m<sup>2</sup> WoFl gebildet (HEGEWALD 2012, S. 195–196). Die Kosten wurden für die einzelnen Maßnahmepakete der Bewirtschaftung:

- laufende Maßnahmen (Sofortmaßnahmen),
- Komplettmaßnahmen (Maßnahmen in Leerwohnungen),
- geplante Maßnahmen (vorausbestimmte Maßnahmen in Gemeinschaftsbereichen)

errechnet. Die Definitionen der Maßnahmepakete sind ausführlich im Anhang Tab. 1 erläutert. Die Berechnungen sind in den Anhängen Tab. 2 bis Tab. 4 dargestellt.

Die Ist-Kostenkennwerte wurden mit der Bewertung der Auslöser der Bestandsmaßnahmen in technisch notwendige und technisch nicht notwendige Kosten eingeteilt. Die Auslöser der Bestandsmaßnahmen entsprechen den Gründen, die zur Ausführung der Bestandsmaßnahmen führen. Sie werden im Anhang Tab. 5 erläutert.

Die technisch notwendigen Kosten sind die Maßnahmekosten, die durch das Erfüllen der Pflichten der technischen Bewirtschaftung entstehen. Die Auslöser:

- Aufrechterhaltung der Funktions- und Gebrauchsfähigkeit,
- eingeschränkte Funktions- und Gebrauchsfähigkeit,
- Ausfall eines Bauteils,
- eingeschränkte Funktions- und Gebrauchsfähigkeit/veränderte Ansprüche der Gebäudenutzer,
- geänderte und neue Gesetze, Normen oder Regeln der Technik

werden mit den Pflichten der technischen Bewirtschaftung assoziiert. Die technisch notwendigen Kosten entsprechen dem Investitionsminimum der technischen Bewirtschaftung. Wenn das Investitionsminimum bei der Bewirtschaftung der Wohnungsbestände gewährleistet wird, dann wird der Wohnungsbestand in einem guten Zustand erhalten.

Die technisch nicht notwendigen Kosten entstehen durch die Maßnahmen, die über die Pflichten der technischen Bewirtschaftung hinausgehen.

Die Auslöser:

- Ansprüche und Bedürfnisse der Gebäudenutzer und
- Steigerung der Rentabilität/bilanzielle Aspekte

werden nicht mit den Pflichten der technischen Bewirtschaftung assoziiert. Die technisch nicht notwendigen Kosten gestalten den finanziellen Handlungsspielraum. Sie errechnen sich aus den Ist-Kostenkennwerten abzüglich der technisch notwendigen Kosten (Tab. 6) (HEGEWALD 2012, S. 93–96).

### 3 Kosten der werterhaltenden und wertsteigernden Maßnahmen

Die berechneten Kosten der Bestandsmaßnahmen je  $\text{m}^2$  WoFl und Jahr differieren stark in den einzelnen Baualtersklassen (Abb. 3). Bei den ältesten Wohnungsbeständen der Baualtersklasse „bis 1948“ sind die Kosten der Bestandsmaßnahmen mit 69,98  $\text{€}/\text{m}^2$  WoFl/a um den Faktor 5,5 höher als bei den jüngsten Wohnungsbeständen der Baualtersklasse „ab 1995“ mit 12,77  $\text{€}/\text{m}^2$  WoFl/a. Die Kostendifferenzen treten vor allem zwischen den Baualtersklassen „1949–1957“, „1958–1968“ und „1969–1978“ auf. Die Bewirtschaftung der Wohnungsbestände der Baualtersklassen „bis 1948“ und „1949–1957“ sowie „1979–1994“ und „ab 1995“ ist in etwa mit gleichen Kosten verbunden.

Betrachtet man die Kosten der werterhaltenden und wertsteigernden Bestandsmaßnahmen, so zeigt sich auch hier, dass diese Kostenanteile mit dem Baualter der Wohnungsbestände zunehmen. An den ältesten Wohnungsbeständen der Baualtersklasse „bis 1948“ wird mit 24,67  $\text{€}/\text{m}^2$  WoFl/a um den Faktor 2,3 mehr in die werterhaltenden und mit 45,32  $\text{€}/\text{m}^2$  WoFl/a um den Faktor 24,2 mehr in die wertsteigernden Bestandsmaßnahmen investiert als an den jüngsten Wohnungsbeständen der Baualtersklasse „ab 1995“.

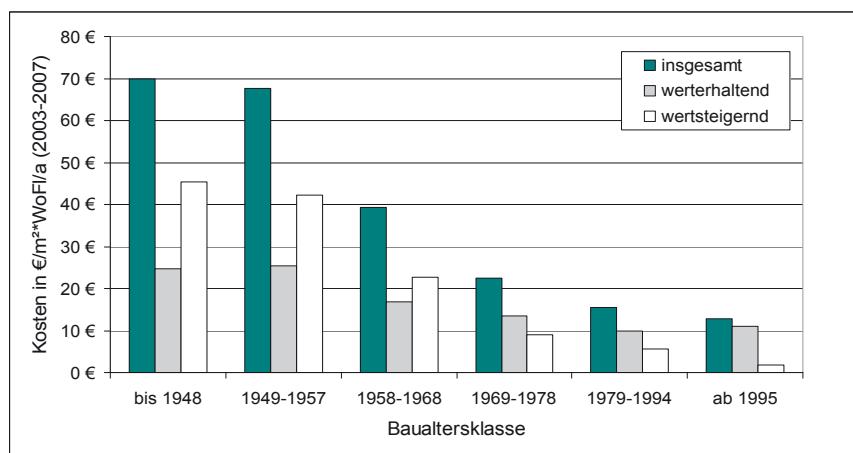


Abb. 3: Kostenkennwerte der Bestandsmaßnahmen nach Baualtersklasse

In den Baualtersklassen „ab 1995“, „1979–1994“ und „1969–1978“ sind die Kosten der Maßnahmen vor allem auf die Werterhaltung zurückzuführen. In der Baualtersklasse „1958–1968“ und älter dominieren die Kosten der wertsteigernden Maßnahmen. In diesen Baualtersklassen besteht ein erhöhter Bedarf, die Wohnungsbestände durch kostenintensive Verbesserungen, Modernisierungen, Erweiterungen oder Umbauten an geänderte Nutzeranforderungen anzupassen. Typische Maßnahmen in diesen Beständen sind bspw.:

- Dämmung der Fassade,
- Erneuerung von Fenstern und Türen,
- Erneuerung der technischen Gebäudeausrüstung (Starkstromanlagen, WärmeverSORGungsanlagen, Abwasser- und Wasseranlagen),
- Neugestaltung der Außenanlagen,
- Anbau von Balkonen,
- Ausbau von Dachgeschossen,
- Neugestaltung der Grundrisse.

Diese wertsteigernden Maßnahmen sind auch für die großen Kostenunterschiede zwischen den Baualtersklassen „1949–1957“, „1958–1968“ und „1969–1978“ verantwortlich (HEGEWALD 2012, S. 57–58).

## 4 FinanzIELLER Handlungsspielraum und Investitionsminimum

Wird über die Investition in die Bestandsmaßnahmen entschieden, so hat zunächst das Erfüllen der Pflichten der technischen Bewirtschaftung Priorität, wie z. B. die Aufrechterhaltung von Sicherheit und Funktionalitäten. Diese Pflichten ergeben sich aus den gesetzlichen Vorgaben des Mietrechts, des Wohnungseigentumsrechts, der Verkehrssicherungspflicht und des Baurechts. Weiterhin zählen hierzu im Moment der Umsetzung solcher Maßnahmen auch die energetischen Modernisierungen, die sich aus den baubebenrechtlichen Anforderungen der Energieeinsparverordnung (EnEV) ableiten (HEGEWALD 2012, S. 93–95).

Bestandsmaßnahmen, welche Anforderungen erfüllen, die über die Pflichten der technischen Bewirtschaftung hinausgehen, werden nur dann zusätzlich ausgeführt, wenn es finanziellen Handlungsspielraum gibt und die Wirtschaftlichkeit der beabsichtigten Maßnahmen gewährleistet ist.

Die Analyse der Investitionssituation zeigt, dass der finanzielle Handlungsspielraum bei der Ausführung der wertsteigernden Bestandsmaßnahmen auftritt (Abb. 4, Anhang Tab. 6). Die werterhaltenden Bestandsmaßnahmen sind auf die Erfüllung der Pflichten der technischen Bewirtschaftung ausgerichtet. Die wertsteigernden Bestandsmaßnahmen gehen generell darüber hinaus. Die finanziellen Spielräume sind typisch für die Baualtersklasse „1969–1978“ und älter. In den Baualtersklassen „bis 1948“ und „1949–1957“ könnten bis zu 40 % der Kosten eingespart werden. Dies entspricht 27,88 €/m<sup>2</sup> WoFl/a und 26,67 €/m<sup>2</sup> WoFl/a.

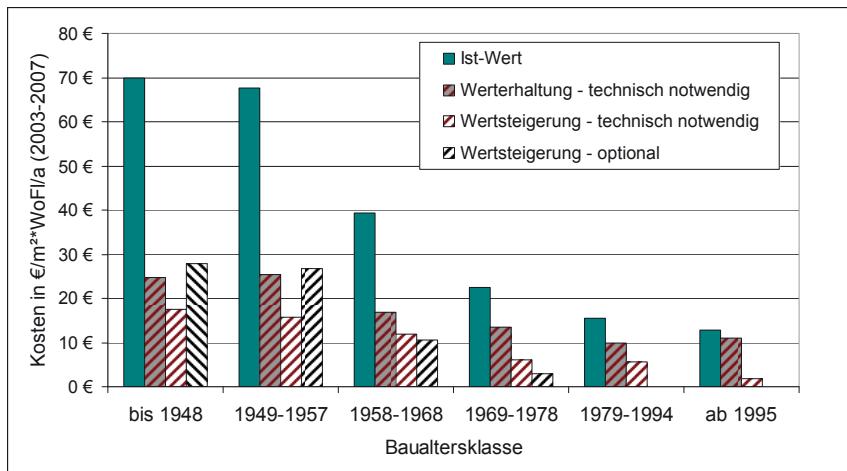


Abb. 4: Kostenkennwerte des untersuchten Wohnungsunternehmens im Vergleich

Wird der finanzielle Handlungsspielraum in den Baualtersklassen zusätzlich nach den Bewirtschaftungskonzepten des Wohnungsunternehmens betrachtet, so zeigt sich, dass sich die Kosteneinsparpotentiale vor allem bei dem Bewirtschaftungskonzept Privatisierung ergeben. Mit den durch die Privatisierung erreichten Wert- und Ertragssteigerungen lässt sich eine höhere Intensität an wertsteigernden Bestandsmaßnahmen realisieren. Beim Bewirtschaftungskonzept Wohnungseigentum tritt kein finanzieller Handlungsspielraum auf. Dieses Bewirtschaftungskonzept ist im Anschluss an das maßnahmehintensive Bewirtschaftungskonzept Privatisierung ausschließlich von werterhaltenden Bestandsmaßnahmen geprägt.

Das Investitionsminimum der technischen Bewirtschaftung errechnet sich aus den technisch notwendigen werterhaltenden und wertsteigernden Bestandsmaßnahmen (Anhang Tab. 6). Das Investitionsminimum steigt mit dem Baualter an. In der Baualtersklasse „bis 1948“ muss mit 42,10 €/m<sup>2</sup> WoFl/a circa 3,3-mal so viel in den Wohnungsbestand investiert werden wie in der Baualtersklasse „ab 1995“ mit 12,77 €/m<sup>2</sup> WoFl/a. Die Kostendifferenzen treten, wie im Kapitel 3 erläutert, vor allem zwischen den Baualtersklassen „1949-1957“, „1958-1968“ und „1969-1978“ auf.

## 5 Zusammenfassung

Die Bewirtschaftung von Wohnungsbeständen ist ein bedeutendes Thema. Mit den jeweiligen Bestandsmaßnahmen wird der Verkehrswert der Wohnimmobilien beeinflusst. Sie haben werterhaltenden oder wertsteigernden Charakter.

Die Betrachtung der Kosten der werterhaltenden und wertsteigenden Bestandsmaßnahmen über das Baualter zeigt, dass beide Kostenanteile in der untersuchten Stichprobe mit dem Baualter zunehmen. An den ältesten Wohnungsbeständen der Baualterklasse „bis 1948“ wird um den Faktor 2,3 mehr in die werterhaltenden und

um den Faktor 24,2 mehr in die wertsteigernden Bestandsmaßnahmen investiert als an den jüngsten Wohnungsbeständen der Baualtersklasse „ab 1995“.

Zur Einschätzung von Kosteneinsparpotentialen werden die Kosten der Bestandsmaßnahmen mithilfe der Auslöser in technisch notwendige und technisch nicht notwendige Kosten eingeteilt. Die technisch notwendigen Kosten entstehen durch die Erfüllung der Pflichten der technischen Bewirtschaftung. Sie stellen das Investitionsminimum dar. Die technisch nicht notwendigen Kosten eröffnen einen Handlungsspielraum für Investitionsentscheidungen nach anderen Kriterien, da sie über die Pflichten der technischen Bewirtschaftung hinausgehen.

Die Analyse der Investitionssituation zeigt, dass ein Handlungsspielraum bei der Ausführung von wertsteigernden Bestandsmaßnahmen gegeben ist. Die werterhaltenden Bestandsmaßnahmen sind dagegen auf die Erfüllung der Pflichten der technischen Bewirtschaftung ausgerichtet.

Um den Wohnungsbestand in einem guten Zustand zu erhalten und damit die Vermietbarkeit und Bewohnbarkeit zu sichern, wird ein minimaler Investitionsaufwand für die technische Bewirtschaftung empfohlen. Er schließt alle Bestandsmaßnahmen ein, die auf sicherheits- oder funktionsrelevante Auslöser bzw. geänderte und neue Gesetze, Normen und Regeln der Technik zurückzuführen sind. Diese werterhaltenden bzw. wertsteigernden Maßnahmen werden generell zur Ausführung empfohlen.

Das Investitionsminimum ist von der Baualtersklasse abhängig. An den ältesten Wohnungsbeständen der Baualtersklasse „bis 1948“ muss etwa 3,3-mal soviel investiert werden wie an den jüngsten Wohnungsbeständen der Baualtersklasse „ab 1995“.

Um zukünftigen Leerstand im Wohnungsportfolio zu vermeiden, wird eine dauerhafte Investitionstätigkeit auf dem o. a. Mindestniveau jedoch kritisch gesehen. Hier gilt es, bei der bautechnischen Gestaltung des Wohnungsbestandes zusätzlich auf die Anforderungen der zukünftigen Nutzer (Mieter oder Eigentümer) einzugehen (HEGEWALD/BARGSTÄDT 2011, S. 14). Dazu gehören nach PREISER 1983, S. 87–99 psychologische, soziale, kulturelle und ästhetische Ansprüche. Diese Ansprüche werden mit der Ausführung von technisch nicht notwendigen Bestandsmaßnahmen erfüllt.

Es wird deshalb empfohlen, vorgeschlagene technisch nicht notwendige Bestandsmaßnahmen mit Hilfe eines multikriteriellen Entscheidungsmodells (Analytischer Hierarchie Prozess (AHP) und Kosten-Wirksamkeitsanalyse) zu bewerten. In Abhängigkeit von den Budgetrestriktionen werden zusätzlich die Handlungsoptionen mit den besten Ergebnissen im Entscheidungsprozess ausgeführt (HEGEWALD 2012, S. 112–113).

## Literatur

Hegewald, A. (2012): Strategische Handlungsempfehlungen für die technische Be- wirtschaftung von Wohnungsbeständen. In: Schriften der Professur Baubetrieb und Bauverfahren, Band 22/2012 Hrsg.: Prof. Dr.-Ing. H.-J. Bargstädter M.Sc. Weimar: Ver- lag der Bauhaus-Universität Weimar.

Hegewald, A; Bargstädter, H.-J. (2011): Strategies for the cost-effective technical management of housing stocks. In: Wamelink, J. W. F.; Geraedts, R. P.; Volker, L.: MISBE 2011 – Proceedings of the international Conference on Management and Innovation for a Sustainable Built Environment, Amsterdam, The Netherlands, 19–23 June 2011. Delft: Delft University of Technology.

DIN 276: Kosten im Hochbau; Ausgabe Dezember 2008.

Kalusche, W. (2007-1): Instandsetzung und Modernisierung im Wohnungsbau. In: Al- tinger, G.; Jodl, H. G. (Hrsg.): Festschrift anlässlich des 60. Geburtstags von Herrn o. Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Hans Georg Jodl. Wien: Eigenverlag Institut für Inter- disziplinäres Bauprozessmanagement Technische Universität Wien, S. 123–140.

Kalusche, W. (2007-2): Gut gerechnet: Bei der Kalkulation für das Bauen im Bestand ist zwischen Umbau, Modernisierung und Instandsetzung genau zu unterscheiden. In: Deutsches Architektenblatt, Heft 5 (2007), S. 64–66.

Möschwitzer, A.: Beitrag zur systematischen Untersuchung der Bestandsmaßnahmen an einem ausgewählten Wohnungsbestand. Diplomarbeit. Weimar: Bauhaus- Universität Weimar, Fakultät Bauingenieurwesen, Professur Baubetrieb und Bauver- fahren.

Preiser, W. F. E. (1983): The habitability framework: a conceptual approach towards linking human behaviour and physical environment. In: Design Studies, 4 (2), pp. 84–91.



**Hegewald, Antje**  
Dr.-Ing., M.Sc.

seit 2011: Produktmanagerin Bauwesen und Immobilienwirtschaft und Dozentin bei der EIPOS GmbH, Dresden

2005–2011: Wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Professur Baubetrieb und Bauverfahren, Fakultät Bauingenieurwesen, Bauhaus-Universität Weimar, Weimar



**Bargstädt, Hans-Joachim**  
Prof. Dr.-Ing., M.Sc.

seit 2000: Professor für Baubetrieb und Bauverfahren an der Bauhaus-Universität Weimar

1989–1999: Bauleiter, Projektleiter, Niederlassungsleiter, Direktor der Philipp Holzmann AG in Hamburg, Rostock, Hannover



**Schäfer, Ronald**  
Dr.-Ing.

seit 2010: Technischer Leiter bei der INDUSTRIA WOHNEN

2004–2009: Abteilungsleiter Technik bei der INDUSTRIA WOHNEN

## Anhang

Nr.	Merkmalsausprägung	Erläuterung
1	laufende Maßnahme	Maßnahmen, die sofort nach dem Auftreten von Funktionsstörungen oder dem Ausfall von Elementen durchgeführt werden.
2	geplante Maßnahme	Erhaltende und verändernde Maßnahmen, deren Bedarf jährlich ermittelt und in einer Vorausplanung für die kommenden drei Jahre fixiert wird. Anlässe für die geplanten Maßnahmen sind die Beseitigung von Schäden (Inspektionen), die Erfüllung von Wünschen der Wohnungsnutzer, die Anpassung an neue Gesetze und Normen oder die Steigerung des Ertrages.
3	Komplettmaßnahme	Pakete von erhaltenden und verändernden Maßnahmen in Leerwohnungen oder aufgestockten Wohnungen.
(Quelle: HEGEWALD 2012, S. 156)		

Tab. 1: Maßnahmepakete der Bewirtschaftung

Baualtersklasse	Kategorie	laufende Maßnahmen	Komplett- maßnahmen	geplante Maßnahmen	Summe
		[€/m <sup>2</sup> WoFl/a]	[€/m <sup>2</sup> WoFl/a]	[€/m <sup>2</sup> WoFl/a]	[€/m <sup>2</sup> WoFl/a]
bis 1948	insgesamt	6,00	7,52	56,47	69,98
	werterhaltend	6,00	5,12	13,55	24,67
	wertsteigernd	0,00	2,39	42,92	45,32
1949–1957	insgesamt	6,00	10,35	51,30	67,65
	werterhaltend	6,00	6,43	12,89	25,32
	wertsteigernd	0,00	3,93	38,40	42,33
1958–1968	insgesamt	6,00	6,56	26,86	39,41
	werterhaltend	6,00	4,23	6,58	16,81
	wertsteigernd	0,00	2,33	20,28	22,60
1969–1978	insgesamt	6,00	4,56	11,89	22,45
	werterhaltend	6,00	3,33	4,04	13,37
	wertsteigernd	0,00	1,23	7,85	9,07
1979–1994	insgesamt	6,00	3,69	5,79	15,48
	werterhaltend	6,00	2,81	1,02	9,84
	wertsteigernd	0,00	0,88	4,77	5,64
ab 1995	insgesamt	6,00	1,77	5,00	12,77
	werterhaltend	6,00	1,71	3,20	10,91
	wertsteigernd	0,00	0,05	1,80	1,86

Anmerkung:  
Die laufenden Maßnahmen werden nach Angaben des untersuchten Wohnungsunternehmens mit 6 €/m<sup>2</sup>WoFl und Jahr angesetzt (Untersuchungszeitraum 2003–2007, Kostenstand 31.12.2007, inkl. MwSt.).

Tab. 2: Zusammenstellung der Ist-Kostenkennwerte der Bestandsmaßnahmen nach Baualtersklasse

Baualters-klasse	Kategorie	Summe der Kosten [€]	Wohn- fläche [m <sup>2</sup> WoFl]	Anzahl WE	Kosten je WE [€/WE]	Durch schnittl. Größe WE [m <sup>2</sup> WoFl]	Kosten je m <sup>2</sup> WoFl [€/m <sup>2</sup> WoFl]	Kosten je m <sup>2</sup> WoFl je Jahr bei Erneue- rungsrate von 5 %
								A
								B
								C
								D = A/C
								E
								F = D/E
								G = F*0,05
bis 1948	insgesamt	236.428,70	6.878	25	9.457,15	62,9	150,35	7,52
	werterhaltend	161.114,82	6.878	25	6.444,59	62,9	102,46	5,12
	wertsteigernd	75.313,88	6.878	25	3.012,56	62,9	47,89	2,39
1949–1957	insgesamt	1.185.183,15	22.288	91	13.023,99	62,9	207,06	10,35
	werterhaltend	735.646,42	22.288	91	8.084,03	62,9	128,52	6,43
	wertsteigernd	449.532,73	22.288	91	4.939,92	62,9	78,54	3,93
1958–1968	insgesamt	2.713.183,38	81.729	329	8.246,76	62,9	131,11	6,56
	werterhaltend	1.750.361,28	81.729	329	5.320,25	62,9	84,58	4,23
	wertsteigernd	962.822,10	81.729	329	2.926,51	62,9	46,53	2,33
1969–1978	insgesamt	378.527,43	23.135	66	5.735,26	62,9	91,18	4,56
	werterhaltend	276.655,00	23.135	66	4.191,74	62,9	66,64	3,33
	wertsteigernd	101.872,43	23.135	66	1.543,52	62,9	24,54	1,23
1979–1994	insgesamt	83.507,39	13.210	18	4.639,30	62,9	73,76	3,69
	werterhaltend	63.677,59	13.210	18	3.537,64	62,9	56,24	2,81
	wertsteigernd	19.829,80	13.210	18	1.101,66	62,9	17,51	0,88
ab 1995	insgesamt	42.253,47	5.515	19	2.223,87	62,9	35,36	1,77
	werterhaltend	40.942,67	5.515	19	2.154,88	62,9	34,26	1,71
	wertsteigernd	1310,8	5.515	19	68,99	62,9	1,10	0,05

(Untersuchungszeitraum 2003–2007, Kostenstand 31.12.2007, inkl. MwSt.)

(Quelle: HEGEWALD 2012, S. 195–196)

Tab. 3: Berechnung der Kosten der Bestandsmaßnahmen – Kostenanteil der Komplettmaßnahmen

Baualters-klasse	Kategorie	Summe der Kosten	Wohnfläche	Kosten je m <sup>2</sup> WoFl	Kosten je m <sup>2</sup> WoFl je Jahr
		[€]	[m <sup>2</sup> WoFl]	[€/m <sup>2</sup> WoFl]	[€/m <sup>2</sup> WoFl/a]
		A	B	C=A/B	D=C/5
bis 1948	insgesamt	1.941.894,80	6.878	282,33	56,47
	werterhaltend	465860,27	6.878	67,73	13,55
	wertsteigernd	1476034,54	6.878	214,60	42,92
1949–1957	insgesamt	5.716.549,19	22.288	256,49	51,30
	werterhaltend	1436853,35	22.288	64,47	12,89
	wertsteigernd	4279595,84	22.288	192,01	38,40
1958–1968	insgesamt	10.974.589,64	81.729	134,28	26,86
	werterhaltend	2.688.366,04	81.729	32,89	6,58
	wertsteigernd	8.286.223,60	81.729	101,39	20,28
1969–1978	insgesamt	1.375.289,54	23.135	59,45	11,89
	werterhaltend	467513,64	23.135	20,21	4,04
	wertsteigernd	907775,90	23.135	39,24	7,85
1979–1994	insgesamt	382.457,36	13.210	28,95	5,79
	werterhaltend	67666,43	13.210	5,12	1,02
	wertsteigernd	314790,93	13.210	23,83	4,77
ab 1995	insgesamt	137.813,42	5.515	24,99	5,00
	werterhaltend	88163,17	5.515	15,99	3,20
	wertsteigernd	49650,25	5.515	9,00	1,80

(Untersuchungszeitraum 2003–2007, Kostenstand 31.12.2007, inkl. MwSt.)

(Quelle: HEGEWALD 2012, S. 195–196)

Tab. 4: Berechnung der Kosten der Bestandsmaßnahmen – Kostenanteil der geplanten Maßnahmen

	Nr.	Auslöser	Beschreibung
Technisch notwendige Kosten	1	Aufrechterhaltung der Funktions- und Gebrauchsfähigkeit	Funktions- und Gebrauchsfähigkeit wird überprüft. Geringe Beeinträchtigungen der Funktions- und Gebrauchsfähigkeit werden beseitigt.
	2	Eingeschränkte Funktions- und Gebrauchsfähigkeit	Schäden, welche die Funktions- und Gebrauchsfähigkeit einschränken, werden beseitigt.
	3	Ausfall eines Bauteils	Ausgefallene Bauteile werden wieder in einen gebrauchs- und funktionsfähigen Zustand versetzt.
	4	Geänderte und neue Gesetze, Normen oder Regeln der Technik	Geänderte oder neue gesetzliche bzw. technische Zwänge oder gesundheitliche Aspekte werden erfüllt (Forderungen der Energieeinsparverordnung, gesundheitliche Gefährdungen durch Asbest).
	5	Kombination Nrn. 2 + 4	Eingeschränkte Funktions- und Gebrauchsfähigkeit (Nr. 2) + veränderte Ansprüche und Bedürfnisse der Gebäudenutzer (Nr. 4)
Technisch nicht notwendige Kosten	6	Ansprüche und Bedürfnisse der Gebäudenutzer	Funktionale, ökologische und hygienische Anforderungen werden erfüllt. Architektonische oder modischen Trends werden umgesetzt.
	7	Steigerung der Rentabilität, bilanzielle Aspekte	Maßnahmen erfolgen, um die Verkaufs- bzw. Vermietungssituation und somit die Ertragsfähigkeit des Wohnungsbestandes zu steigern.
	8	Kombination Nrn. 6 + 7	Veränderte Ansprüche und Bedürfnisse der Gebäudenutzer (Nr. 4) + Steigerung der Rentabilität, bilanzielle Aspekte (Nr. 6)

(Quelle: HEGEWALD 2012, S. 163; nach MÖSCHWITZER 2008, S. 95–96)

Tab. 5: Technisch notwendige Kosten und dazugehörige Auslöser

Baualtersklasse	Kategorie	Ist-Wert	Technisch notwendige Kosten	Finanzieller Handlungsspielraum
			[€/m <sup>2</sup> WoFl/a]	
bis 1948	insgesamt	69,98	42,10	27,88
	werterhaltend	24,67	24,67	0,00
	wertsteigernd	45,32	17,44	27,88
1949–1957	insgesamt	67,65	40,98	26,67
	werterhaltend	25,32	25,32	0,00
	wertsteigernd	42,33	15,66	26,67
1958–1968	insgesamt	39,41	28,79	10,62
	werterhaltend	16,81	16,81	0,00
	wertsteigernd	22,60	11,98	10,62
1969–1978	insgesamt	22,45	19,42	3,03
	werterhaltend	13,37	13,37	0,00
	wertsteigernd	9,07	6,04	3,03
1979–1994	insgesamt	15,48	15,48	0,00
	werterhaltend	9,84	9,84	0,00
	wertsteigernd	5,64	5,64	0,00
ab 1995	insgesamt	12,77	12,77	0,00
	werterhaltend	10,91	10,91	0,00
	wertsteigernd	1,86	1,86	0,00
(Untersuchungszeitraum 2003–2007, Kostenstand 31.12.2007, inkl. MwSt.)				

Tab. 6: Ist-Werte, technisch notwendige Kosten und finanzieller Handlungsspielraum nach Baualtersklasse

## Autorenverzeichnis

**Althoff, Richard Dr.**

ALFES & PARTNER GbR Rechtsanwälte, Dresden

**Bargstädt, Hans-Joachim Prof. Dr.-Ing., M.Sc.**

Professor für Baubetrieb und Bauverfahren an der Bauhaus-Universität Weimar

**Clemente, Clemens Dr.**

Rechtsanwalt, München

**Hegewald, Antje Dr.-Ing., M.Sc.**

Produktmanagerin EIPOS GmbH, Dresden

**Hinz, Dietrich PD Dipl.-Ing.**

Bausachverndiger Co. Hinz BauConsult GmbH, Ascha

**Künzel, Hartwig M. Dr.-Ing.**

Abteilungsleiter Hygrothermik, Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Valley

**Lorenz, Wolfgang Dr.-Ing.**

Institut für Innenraumdiagnostik, Düsseldorf

**Sattler, Herbert Dr. oec. Dipl.-Ing.**

Sachverndiger für die Bewertung von bebauten und unbebauten Grundstücken, Brieselang

**Schäfer, Ronald Dr.-Ing.**

Technischer Leiter bei der INDUSTRIA WOHNEN, Frankfurt/Main

**Töllner, Martin Dr.-Ing. Architekt DWB**

Töllner Immobilienbewertung, Hannover

**Wirth, Stefan PD Dr.-Ing. habil.**

WIRTH-Ingenieure, Karlsruhe



## Publikationsverzeichnis

### 2011

MANKEL, W. (Hrsg.) und 11 Autoren

#### **Tagungsband des EIPOS-Sachverständigentages Holzschutz 2011**

Beiträge aus Praxis, Forschung und Weiterbildung

145 Seiten, EIPOS-Eigenverlag, 2011,

ISBN 978-3-9814551-0-6

MANKEL, W. (Hrsg.) und 12 Autoren

#### **Tagungsband der EIPOS-Sachverständigentage Brandschutz 2011**

Beiträge aus Praxis, Forschung und Weiterbildung

196 Seiten, EIPOS-Eigenverlag, 2011,

ISBN 978-3-9809371-9-1

MANKEL, W. (Hrsg.) und 11 Autoren

#### **Tagungsband der EIPOS-Sachverständigentage Bauschadensbewertung und Immobilienbewertung 2011**

Beiträge aus Praxis, Forschung und Weiterbildung

170 Seiten, EIPOS-Eigenverlag, 2011,

ISBN 978-3-9809371-8-4

LEHMANN, G.

#### **Wissenschaftliche Arbeiten**

Zielwirksam verfassen und präsentieren

3., völlig. neu bearb. Aufl. 2011, ca. 260 S. Forum EIPOS, Band 13, expert verlag, Renningen, 2011

ISBN-13: 978-3-8169-3093-8

### 2010

MANKEL, W.

#### **Brandschutz III**

Beiträge aus Praxis, Forschung und Weiterbildung

Unt. Mitarb. v. 12 Aut. 2010, 261 S., FORUM EIPOS, Band 22, expert verlag, Renningen, 2010, ISBN-13: 978-3-8169-3034-1

MANKEL, W.

#### **Schutz des Holzes IV**

Beiträge aus Praxis, Forschung und Weiterbildung

Unt. Mitarb. v. 13 Aut. 2010, 174 S. FORUM EIPOS, Band 23, expert verlag, Renningen, 2010, ISBN-13: 978-3-8169-3035-8

HERTEL, G. H.; LEHMANN, G.; OPPITZ, V. (Hrsg.)

#### **Wissenschaftliche Zeitschrift EIPOS,**

#### **Jahrgang 3 (2010) Heft 1**

Wissenschaftliche Originalbeiträge zu Regionalmanagement sowie Wirtschaft, Finanzen, Führung; Rezensionen

285 Seiten, expert verlag, Renningen, 2010, ISBN 978-3-8169-3018-1, ISSN 1868-3517

HERTEL, G. H.; LEHMANN, G.; OPPITZ, V. (Hrsg.)

#### **Wissenschaftliche Zeitschrift EIPOS,**

#### **Jahrgang 3 (2010) Heft 2**

Sonderausgabe „20 Jahre EIPOS“

EIPOS-Chronologie, Grußworte und Grußadressen, EIPOS-Weiterbildungs-Lehrpreis, Würdigungen, EIPOS-Alumni

205 Seiten, EIPOS-Eigenverlag, 2010, ISBN 3-9809371-7-8

HERTEL, G. H. (Hrsg.) und 11 Autoren

#### **Immobilien- und Bauschadensbewertung III**

Beiträge aus Praxis, Forschung und Weiterbildung.

165 Seiten, FORUM EIPOS, Band 21, expert verlag, Renningen, 2010,

ISBN 978-3-8169-3019-8

### 2009

HERTEL, G. H.; LEHMANN, G.; OPPITZ, V. (Hrsg.)

#### **Wissenschaftliche Zeitschrift EIPOS,**

#### **Jahrgang 2 (2009) Heft 1**

Originalbeiträge und Beiträge aus Dissertationen und Master-Thesen, Rezensionen und Würdigungen, EIPOS-Alumni

365 Seiten, expert verlag, Renningen, 2009, ISBN 978-3-8169-2949-9, ISSN 1868-3517

HERTEL, G. H. (Hrsg.) und 11 Autoren

#### **Immobilien- und Bauschadensbewertung II**

Beiträge aus Forschung, Praxis und Weiterbildung.

270 Seiten mit CD, FORUM EIPOS, Band 18, expert verlag, Renningen, 2009,

ISBN 978-3-8169-2948-2

HERTEL, G. H. (Hrsg.) und 13 Autoren

#### **Brandschutz II**

Beiträge aus Praxis, Forschung und Weiterbildung

DIN A5, ca. 200 Seiten, mit CD, FORUM EIPOS, Band 19, expert verlag, Renningen, 2009,

ISBN 978-3-8169-2950-5

HERTEL, G. H. (Hrsg.) und 10 Autoren  
**Schutz des Holzes III**  
Beiträge aus Praxis, Forschung und Weiterbildung  
DIN A5, ca. 120 Seiten, mit CD, FORUM EIPOS, Band 20, expert verlag, Renningen, 2009, ISBN 978-3-8169-2951-2

2008

HERTEL, G. H.; LEHMANN, G.; OPPITZ, V. (Hrsg.)  
**Wissenschaftliche Zeitschrift EIPOS, Jahrgang 1 (2008) Heft 1**  
Originalbeiträge und Beiträge aus Dissertationen und Master-Thesen, Rezensionen und Würdigungen, EIPOS-Alumni  
333 Seiten, expert verlag, Renningen, 2008, ISBN 978-3-8169-2857-7, ISSN 1868-3517

Wissenschaftliche Beiträge aus Wirtschaftswissenschaft, Geisteswissenschaften, Bau- und Immobilienwirtschaft

**Wissenschaftliche Schriftenreihe Immobilienwirtschaft, Heft 2008,**  
DIN A4, 104 Seiten, Broschur, EIPOS-Eigenverlag, 2008, ISBN 3-9809371-5-1

HERTEL, G. H. (Hrsg.) und 10 Autoren  
**Schutz des Holzes II**  
Beiträge aus Praxis, Forschung und Weiterbildung  
DIN A5, 108 Seiten, mit CD, FORUM EIPOS, Band 17, expert verlag, Renningen, 2008, ISBN 978-3-8169-2882-9

HERTEL, G. H. (Hrsg.) und 13 Autoren  
**Brandschutz I**  
Beiträge aus Praxis, Forschung und Weiterbildung  
DIN A5, 190 Seiten, mit CD, FORUM EIPOS, Band 16, expert verlag, Renningen, 2008, ISBN 978-3-8169-2881-2

HERTEL, G. H. (Hrsg.) und 15 Autoren  
**Immobilien- und Bauschadensbewertung**  
Beiträge aus Forschung, Praxis und Weiterbildung.  
DIN A5, 194 Seiten mit CD, FORUM EIPOS, Band 15, expert verlag, Renningen, 2008, ISBN 978-3-8169-2833-1

FIEDLER, H.-J.  
**Bodenwissenschaften und Landschaftsökologie Böden, Standorte, Ökosysteme**  
Soil Sciences and Landscape Ecology Soils, Sites, Ecosystems  
Wörterbuch – Dictionary  
DIN A5, 270 Seiten, 2. Auflage, FORUM EIPOS, Band 9, expert verlag, Renningen, 2008, ISBN 978-3-8169-2756-3

2007

Wissenschaftliche Beiträge aus Wirtschaftswissenschaft, Geisteswissenschaften, Bau- und Immobilienwirtschaft  
**Wissenschaftliche Schriftenreihe Management, Heft 2007**  
DIN A4, 182 Seiten, Broschur, EIPOS-Eigenverlag, 2007, ISBN 3-9809371-6-X

HERTEL, G. H. (Hrsg.) und 12 Autoren  
**Schutz des Holzes I**  
Beiträge aus Praxis, Forschung und Weiterbildung  
DIN A5, 180 Seiten, FORUM EIPOS, Band 14, expert verlag, Renningen, 2007, ISBN 978-3-8169-2808-9

LEHMANN, G.  
**Wissenschaftliches Arbeiten**  
Zielwirksam verfassen und präsentieren  
DIN A5, 220 Seiten, 2., durchges. Auflage, mit Layout-Vorschlägen auf CD-ROM, FORUM EIPOS, Band 13, expert verlag, Renningen, 2007, ISBN 978-3-8169-2656-6

2006

Wissenschaftliche Beiträge aus Wirtschaftswissenschaft, Geisteswissenschaften, Bau- und Immobilienwirtschaft  
**Wissenschaftliche Schriftenreihe Immobilienwirtschaft, Heft 1/2006**  
DIN A4, 94 Seiten, Broschur, EIPOS-Eigenverlag, 2006, ISBN 3-9809371-3-5

Wissenschaftliche Beiträge aus Wirtschaftswissenschaft, Geisteswissenschaften, Bau- und Immobilienwirtschaft  
**Wissenschaftliche Schriftenreihe Management, Heft 1/2006**  
DIN A4, 104 Seiten, Broschur, EIPOS-Eigenverlag, 2006, ISBN 3-9809371-4-3

BRÄKLING, E.; OIDTMANN, K.  
**Kundenorientiertes Prozessmanagement –  
So funktioniert ein erfolgreiches Unterneh-  
men**  
DIN A5, 208 Seiten, FORUM EIPOS, Band 12,  
expert verlag, Renningen, 2006,  
ISBN 978-3-8169-25282-6

## 2005

Wissenschaftliche Beiträge aus Wirtschafts-  
wissenschaft, Geisteswissenschaften, Bau- und  
Immobilienwirtschaft  
**Wissenschaftliche Schriftenreihe Immo-  
bilienwirtschaft, Heft 1/2005**  
DIN A4, 92 Seiten, Broschur, EIPOS-  
Eigenverlag, 2005, ISBN 3-9809371-1-9

LEHMANN, G.  
**Reden – aber wie?**  
Empfehlungen für das wirkungsvolle Übermit-  
teln von Gedanken  
DIN A5, 146 Seiten  
FORUM EIPOS, Band 11, expert verlag,  
Renningen, 2005

FIEDLER, H.-J.  
**Boden und Landschaft – Soil and Lands-  
cape**  
Wörterbuch – Dictionary  
DIN A5, 190 Seiten, 1. Auflage, FORUM  
EIPOS, Band 9, expert verlag, Renningen,  
2005, ISBN 978-3-8169-2367-1

## 2004

**Akademisches Europa-Seminar**  
Sammlung von Aufsätzen, Teil III, Januar 2004,  
DIN A4, 110 Seiten, EIPOS-Eigenverlag, ISBN  
3-9809371-0-0

REESE, U.  
**Verständliche Textgestaltung**  
Kleiner Leitfaden für Schreiber, die gelesen  
werden wollen  
DIN A5, 138 Seiten, FORUM EIPOS, Band 10,  
expert verlag, Renningen, 2004,  
ISBN 978-3-8169-23682-8

## 2003

HÄBLER, D.  
**Baupraktische Methoden zur Untersuchung  
von Rissen an Fassaden**  
DIN A4, 42 Seiten, Broschur, EIPOS-Eigen-  
verlag, 2003

**Akademisches Europa-Seminar AES**  
**Wissenschaftliche Beiträge II**  
Nr. 34 der EIPOS-Schriftenreihe zur wissen-  
schaftlichen Weiterbildung  
Wissenschaftliche Beiträge der Teilnehmer des  
von EIPOS in Kooperation mit europäischen  
Universitäten und Hochschulen ausgerichteten  
Akademischen Europa-Seminar  
DIN A4, 94 Seiten, EIPOS-Eigenverlag, 2003

LEHMANN, G.  
**Zielwirksam akquirieren**  
Von der Kontaktaufnahme bis zur Angebots-  
präsentation  
DIN A5, 148 Seiten, FORUM EIPOS, Band 5,  
expert verlag, Renningen, 2003,  
ISBN 978-3-8169-2130-1

## 2001

LEHMANN, G.  
**Führungs- und Entscheidungstechniken für  
das Team**  
Der Teamführer als Moderator  
DIN A5, 128 Seiten, FORUM EIPOS, Band 8,  
expert verlag, Renningen, 2001,  
ISBN 978-3-8169-1996-4

FIEDLER, H.-J.  
**Böden und Bodenfunktionen**  
in Ökosystemen, Landschaften und Ballungs-  
gebieten  
DIN A5, 598 Seiten, FORUM EIPOS, Band 7,  
expert verlag, Renningen, 2001,  
ISBN 978-3-8169-1875-2

LEHMANN, G.  
**Das Interview**  
Erheben von Fakten und Meinungen im Unter-  
nehmen  
DIN A5, 82 Seiten, FORUM EIPOS, Band 6,  
expert verlag, Renningen, 2001,  
ISBN 978-3-8169-2418-0

## 2000

LEHMANN, G.

### **Sachgerecht verhandeln**

Der Weg zum Interessenausgleich

DIN A5, 116 Seiten, FORUM EIPOS, Band 4,

expert verlag, Renningen, 2000,

ISBN 978-3-8169-1849-3

LEHMANN, G.

### **Präsentation von Leistungsangeboten**

Gute Leistungen gut verkaufen

DIN A5, 93 Seiten, FORUM EIPOS, Band 3,

expert verlag, Renningen, 2000,

ISBN 978-3-8169-1771-7

GROßE, H.

### **Umweltmanagement in der Bauwirtschaft**

Methodik und Arbeitshilfen

DIN A5, 105 Seiten, FORUM EIPOS, Band 2,

expert verlag, Renningen, 2000,

ISBN 978-3-8169-1773-1

GROßE, H.; EHRIG, S.; LEHMANN, G.

### **Umweltschutz und Umweltmanagement in der gewerblichen Wirtschaft**

EMAS und ISO 14001 in Praxis und Entwicklung – ein Leitfaden

DIN A5, 191 Seiten, FORUM EIPOS, Band 1,

expert verlag, Renningen, 2000,

ISBN 978-3-8169-1772-4

Qualifikation  
schafft Zukunft!

Herausgeber:  
EIPOS GmbH



**Europäisches Institut für  
postgraduale Bildung GmbH**  
Ein Unternehmen der TUDAG  
Technische Universität Dresden AG

D-01309 Dresden, Goetheallee 24  
Telefon: +49 351 44072-10  
Telefax: +49 351 44072-20  
E-Mail: [eipos@eipos.de](mailto:eipos@eipos.de)

ISBN 978-3-8167-8693-1

Das Europäische Institut für postgraduale Bildung hat sich seit 1990 als Kompetenzzentrum für postgraduale Bildung von Fach- und Führungskräften im deutschsprachigen Raum positioniert.

Als ein Unternehmen der TUDAG Technische Universität Dresden Aktiengesellschaft bietet die EIPOS GmbH als Ihr anerkannter Partner praxisorientierte Weiterbildung auf Hochschulniveau:

in den Bereichen:

- Bauwesen, Immobilienwirtschaft, Brandschutz und Unternehmensführung
- in Form von:
- berufsbegleitenden Studiengängen in Kooperation mit staatlich anerkannten Hochschulen und Universitäten, insbesondere mit der Dresden International University,
- Lehrgängen für Fach- und Führungskräfte wie z. B. Sachverständige und Fachplaner,
- Seminare, Tagungen und Inhouseschulungen,
- Publikationen von Fachbeiträgen und Tagungsreferaten sowie von Ergebnissen wissenschaftlicher Arbeiten.

ISBN 978-3-8167-8693-1



9 783816 786931

[www.EIPOS.de](http://www.EIPOS.de)

Fraunhofer IRB ■ Verlag